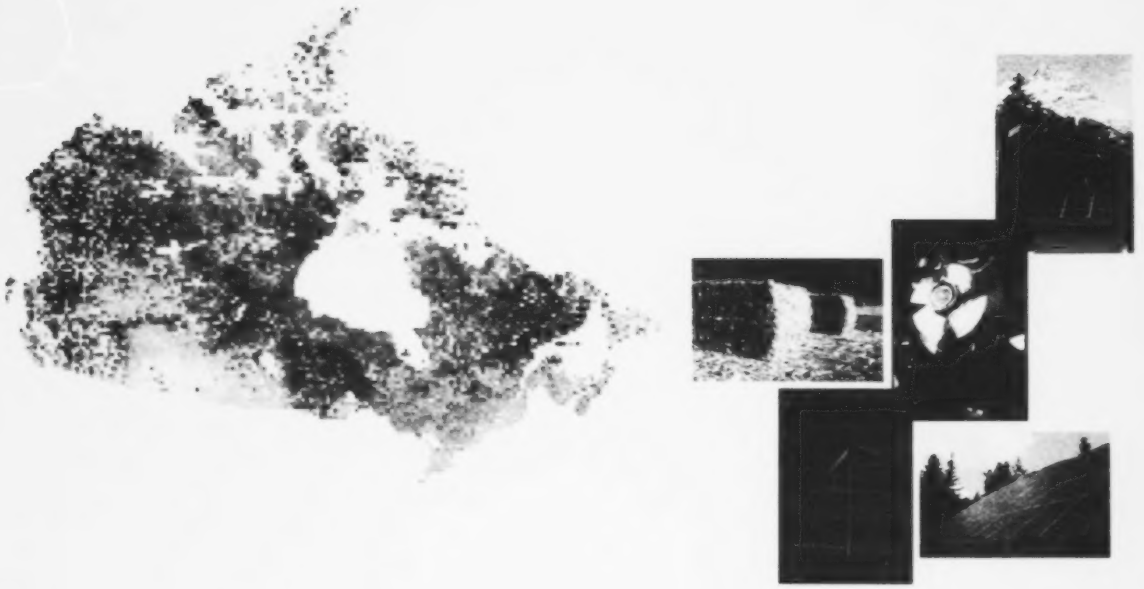


Renewable Energy in Canada
Status Report 2002

A National Report
prepared for the Renewable Energy Working Party (REWP)
of the International Energy Agency (IEA)

Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada

Canada

Renewable Energy in Canada
Status Report 2002

A National Report
prepared for the Renewable Energy Working Party (REWP)
of the International Energy Agency (IEA)

Prepared for:

Office of Energy Research and Development
Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario, Canada K1A 0E4
March 2002

Prepared by:

Stelios Pneumaticos
Orthologic Consulting
48 Eastpark Drive
Ottawa, Ontario, Canada K1B 3Z9

Scientific Authority:

Gilles Mercier
Office of Energy Research and Development
Natural Resources Canada
580 Booth Street, 14th Floor
Ottawa, Ontario, Canada K1A 0E4

Acknowledgements

We would like to thank all officers of the Renewable and Electrical Energy Division, Natural Resources Canada, for preparing a previous draft of the report *Renewable Energy in Canada - A Market Overview*, which served as the basis for this report. Similar information was also published under the report *Energy in Canada 2000* listed in the bibliography. Many specialists at Natural Resources Canada's CANMET Energy Technology Centre also provided valuable information and reviews on specific sections of the report. We thank them all.

Disclaimer

This report is distributed for informational purposes only and does not necessarily reflect the views of the Government of Canada nor constitute an endorsement of any commercial product or person. Neither Canada nor its ministers, officers, employees or agents make any warranty in respect to this report or assume any liability arising out of this report.

Permission to Reproduce

The information in this publication may be reproduced, in part or in whole and by any means, without charge or further permission from Natural Resources Canada, provided that due diligence is exercised in ensuring the accuracy of the information reproduced; that Natural Resources Canada is identified as the source institution; and that the reproduction is not represented as an official version of the information reproduced, nor as having been made in affiliation with, or with the endorsement of, Natural Resources Canada.

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2003
Catalogue No.: M92-264/2002
ISBN: 0-662-67111-2

40% recycled
material

103-02829/

Table of Contents

Executive Summary i

1. Background 1

2. Overview of the Renewable Energy Industry in Canada 4

3. The Status and Potential by Energy Source 7
   - 3.1 Hydroelectricity 7
   - 3.2 Tidal Power 8
   - 3.3 Bioenergy 9
     - 3.3.1 Bioenergy from Forest Industry Activities 11
     - 3.3.2 Residential Space Heating with Wood 13
     - 3.3.3 Energy from Wastes 14
     - 3.3.4 Bioenergy for the Future 16
   - 3.4 Geothermal Energy and Earth-Energy Systems 17
   - 3.5 Electricity from Wind 18
   - 3.6 Mechanical Power from Wind 21
   - 3.7 Solar Energy 21
     - 3.7.1 Active Solar Energy 21
     - 3.7.2 Passive Solar Energy 24
     - 3.7.3 Solar Photovoltaics 24

4. Outlook for the Future - Barriers and Policy Drivers 26

5. Programs in Support of Renewable Energy 28
   - 5.1 R&D Programs and Budgets 28
   - 5.2 Commercialization Programs 30

6. International Cooperation Activities 33

7. Conclusions 35

Selected Bibliography 37

Appendix A - Terms and Conversion Factors 41

Appendix B - Renewable Energy Companies and Examples of Technology Development Projects 43

Executive Summary

Canada currently derives 17 percent of its primary energy supply from renewable energy sources. This is a significant quantity of energy given the fact that total primary energy supply is about 11 Exajoules (EJ) annually. Hydroelectricity is the single most important source of renewable energy, accounting for about 11 percent of total primary energy and over 60 percent of electricity generation or about 342 000 GWh annually. Energy from biomass is the second largest source of renewable energy, accounting for about 6 percent (over 620 Petajoules/y) of total primary energy. Energy production from these sources has increased over the last decade. Hydroelectricity has increased by about 15 percent ten years ago and bioenergy has increased by 35 percent in the same period. Renewable energy from emerging technologies, such as energy from wastes, ethanol from grains and electricity from wind and photovoltaics are now starting to grow in importance. These latter technologies currently account for over 20 Petajoules/y of primary energy.

Bioenergy feedstocks include firewood and wood processing residues, landfill gas methane, municipal solid wastes, and industrial wastes and sewage biogas. A major application is the combustion of waste materials from the forest products industries to generate electricity, steam, and heat for their own use. On a smaller scale, residential space heating using wood and the recovery of landfill gas are additional sources of energy from biomass.

Active solar energy technologies have been deployed most cost effectively in low-temperature heating applications, such as domestic water heating, pool heating and pre-heating of commercial/industrial ventilation air. Over 12,000 residential solar hot-water systems and about 300 commercial/industrial systems are currently in operation. Other potential markets include solar heating for car wash water, residential swimming pool water, and seasonal systems at recreation sites.

The installed capacity of photovoltaic (PV) systems in Canada in 2000 was approximately 7.2 MW and is growing rapidly. The bulk of this capacity is for off-grid applications where PV is proven to be price competitive against grid-extension or conventional stand-alone power systems. Typical applications include: electric power for telecommunication systems; water pumping and purification; remote monitoring and control; and coast-guard lighting and beacon systems. At the same time, there is strong public interest in demonstrating PV on buildings.

Total installed capacity of wind turbines is growing rapidly as a result of strong public interest and new government incentives in response to climate change concerns. Current installed capacity is about 200 MW, with a projected annual energy generation in excess of 500 GWh. Under the new Wind Power Production Incentive program, the Government of Canada will provide financial support for the installation of 1000 MW of new wind energy capacity over the next five years.

Current forecasts indicate that hydroelectricity will grow to about 398 000 GWh by 2020, while other renewable energy forms, particularly bioenergy and wind, are also expected to grow significantly. The principal driving force will be the need for meeting the Kyoto targets of reduced CO_2 emissions by six percent below 1990 levels by 2010. Despite these increases, the renewable energy share of total primary energy production in Canada should remain relatively constant.

The principal barriers to extensive deployment of renewable energy technologies in Canada are economics and technology. However, there is a need for improved standards and regulations, and better education of the public on the value of using renewable energy.

Programs to assist research and development and commercialization of renewable energy have been in place for over 25 years, funded by various levels of government in response to defined policy objectives. The main funding organizations are the Office of Energy Research and Development for research and development (R&D) and the Renewable and Electrical Energy Division of Natural Resources Canada for market development. The main performer for energy R&D is the CANMET Energy Technology Centre at Natural Resources Canada.

1. Background

Energy from renewable sources has long been important in Canada, particularly prior to the turn of the twentieth century. For centuries, wood was used for heating and cooking, while water and the wind were initially used for mechanical power and later for electrical power as relevant technologies evolved. The term "renewable energy" refers to several energy sources that have little in common from a technology standpoint, but share one characteristic: they all produce electrical, thermal or mechanical energy without necessarily depleting the resources. Renewable energy sources generally include energy from water, biomass, wind, solar, earth, and wastes. Renewable energy technologies other than hydro and conventional combustion of biomass options are often referred to as "emerging" technologies. In this paper, "emerging" refers to energy from newer biomass technologies, wind, solar, earth and wastes.

All renewable energy technologies aim to substitute for conventional fuels in a sustainable and environmentally sound manner thus promising to maintain and improve the quality of life of present and future generations of Canadians. Because of our extensive geography, Canada has ample renewable resources that can be used for energy. They range from the use of wood for residential heating in rural Canada, to solar collectors for domestic and swimming pool water heating for middle class Canadians, to industrial process heat and steam from thermal plants using biomass residues, to electricity generation from hydro-electric projects across the country. In addition, newer technologies to generate electricity with wind turbines and solar photovoltaics, as well as biochemical and thermochemical processing of biomass for the production of gaseous and liquid fuels, are gaining importance and are the focus of recent interest.

Wood was the major energy source in Canada until the end of the nineteenth century (Table 1). In the twentieth century, the use of convenient fossil fuels led to the industrial revolution, urbanization and heavy use of transport. Although the use of wood declined during the first half of the twentieth century, the use of hydroelectricity rose quickly, contributing in large part to the electrification of Canada. Currently, renewable energy sources, primarily hydraulic and biomass such as fuel-wood and wood residues, account for about 17 percent of Canada's primary energy and are an important economic activity for many parts of our society. These contributions put Canada among the world leaders, in terms of renewable energy production. Large-scale hydroelectricity constitutes the bulk of renewable energy supply in Canada and accounts for over 60 percent of total electricity generation. Biomass has doubled its contribution in the last 20 years to about six percent of the total primary energy. In short, renewable energy in Canada is a major business and is growing constantly with the introduction of new sources as technologies improve.

From an energy policy point of view, public interest in renewable resources emerged and grew during the oil supply crises of the 1970s and early 1980s. Canadians, like citizens of other International Energy Agency (IEA) member countries, have been keenly interested in renewable energy for a long time. Even though many Canadian provinces had been deriving most of their electricity from hydroelectric power, the first oil crises of the 1970s ignited a strong interest in all forms of renewable energy. In the late 1970s the Government of Canada and most provincial governments responded to the strong public interest for the substitution of oil and other fossil fuels with renewable energy sources. It was recognized at the time, through resource assessment surveys, that Canada had large physical reserves of biomass as well as ample potential of solar, wind, geothermal and other forms of sustainable energy to develop and commercialize. A number of initiatives were started then to research, develop, demonstrate and commercialize renewable energy technologies. Most Government of Canada expenditures in support of renewable energy occurred in the early 1980s, when it allocated about $100 million per year to expedite the development of technologies and encourage their market penetration.

Under the evolving policy objectives of "energy self-reliance", "security of energy supplies", "energy diversity", "sustainable development", "clean air" and "climate change" initiatives, the Canadian governments introduced many programs over the last few decades in support of renewable energy. These programs took the form of cost-sharing research, development and demonstrations for new energy technologies and, in some cases, fiscal measures that provided tax incentives to encourage the broad market penetration of renewable energy. Other related activities included informing the public about the merits of renewable energy, facilitating the development of standards and training tools, and streamlining regulations.

In addition to federal government resources, Canada's ten provincial and two territorial governments play a key role in the development and commercialization of renewable energy. While federal jurisdiction on the energy market refers to international and inter-provincial trade and facilities, provincial governments are responsible for energy production and distribution within the province. Any regulatory initiatives to increase production must be undertaken at the provincial level. In the case of hydroelectricity, the provincial governments, through their hydro utilities, are the main players in developing and managing these resources. In the past, provincial programs for emerging renewable energy technologies usually complemented federal government efforts. They were aimed primarily at demonstration projects and/or consumer information initiatives. Although many provincial programs related to emerging renewable energy technologies have, for the most part been eliminated, a few provinces maintain some core expertise and programs. Being close to the local scene where projects are taking place, they continue to provide valuable assistance in terms of project selection, monitoring and dissemination of results.

Initial objectives for market share of emerging renewable energy in Canada were optimistic and successes were not always commensurate with expectations. The lack of quick breakthroughs in technology improvements, as well as the expanding availability of natural gas and low oil prices moderated expectations for quick market acceptance of new products, especially those based on emerging technologies. On the positive side, renewable energy in Canada has constantly grown in applications where it made economic sense, such as the use of biomass residues in thermal and electrical applications, solar heating of swimming pools, and innovative hydro projects (less than 20MW). New technologies developed through R&D and growing market acceptance include: the Canadian-designed Solarwall™ system which uses metal solar collectors that transfer heat to ventilation make-up; PV and small hybrid systems for off-grid applications; wind energy for utility-scale applications; and efficient wood stoves. A more complete description of these successes follows later.

Current overall impressions are that renewable energy is a viable energy source in a growing number of applications and offers many environmental benefits as well as increased local economic opportunities. As in many IEA member countries, Canada looks at renewable energy development and commercialization as one of the key drivers to help address Kyoto and other global environmental objectives. Many of the current programs in support of renewable energy in Canada are driven by realistic expectations, and the stakeholders involved have a better understanding of the timeframe required to perfect new technologies and compete in the marketplace.

Table 1

Percentage Share of Canada's Energy Consumption by Source						
Year	Oil	Gas	Coal	Hydro-Electricity	Nuclear	Wood and Other
1871	0.5	0	11	0.0	0	88
1900	1	0.0	51	0	0.0	47
1920	6.8	0.4	75.0	1.5	0	16.3
1940	20.1	2.7	57.5	6.5	0	13.2
1960	54.4	13.2	16.9	10.8	0.0	4.7
1980	50.1	21.4	11.5	9.9	1.6	5.5
1997	39.5	28.1	12.2	11.4	2.8	6
1998	41.6	26.4	13.0	10.9	2.3	5.7
1999	41.7	26	12.8	11.0	2.5	6

2. Overview of the Renewable Energy Industry in Canada

Canada is a world leader in the production of renewable energy with about 17 percent of its primary energy supply coming from renewable sources. By comparison, the average for IEA member countries was six percent in 1996 (IEA report on the Evolving Renewable Energy Market). Canada's renewable energy production is primarily derived from two sources: water and wood.

Hydroelectricity from conventional large- and smaller-scale systems represents 11 percent of Canada's primary energy supply and is the dominant source of electricity in Canada, representing over 60 percent of total generation. Most of this hydroelectricity comes from large projects developed by electric utilities and, to a lesser extent, by various industries for their own use.

Generation by electric utilities and major industrial producers amounted to 341 944 GWh in 1999 with a plant-gate value, assuming a wholesale price of $0.03 per kilowatt hour (kWh), or about $10 billion. About one-tenth of this power is exported to the United States, either as firm or interruptible power, with an export value of about $1 billion. The remainder of Canada's renewable energy supply comes from conventional combustion of biomass and from sources considered to be emerging. Biomass energy provides a significant fraction (six percent) of Canada's primary energy supply, in the form of combustion of wood and wood derivatives for industrial process heat, generation of electricity, and space heating. Biomass from grains such as corn and wheat, and from waste streams containing sugar or starch is also used to generate ethanol for transportation purposes. Various emerging technologies based on biochemical and thermal conversion are being adapted to a wide range of biomass applications.

Other emerging renewable energy sources include wind for electricity production and mechanical power, earth heat for space and water heating and cooling using ground-source heat pumps, and the sun for both thermal energy and electricity generation. Small-scale independent hydroelectricity is considered by some to be emerging because the focus of hydro development during the second part of the twentieth century has been on large-scale projects. Technologies are also being developed to harness the power of low-head hydro resources, i.e. falls with a vertical drop of less than five to six meters. A priority in both areas is to minimize the ecological and environmental effects of energy projects by developing fish-friendly turbines and civil works.

Table 2 provides data on energy production by source. Statistics are available for hydroelectricity and the industrial use of biomass. However, the production of energy from many emerging sources is not measured by regular surveys. Thus, Table 2 provides estimates by technical experts working in these fields that are presented here for comparison purposes.

Table 2

Estimates of Primary Energy Production from Renewable Sources, 1990 and 1999				
	Electrical in GWh		Thermal in PJ (input)	
	1990	**1999**	**1990**	**1999**
Hydro	293 980	341 944		
Tidal	26	29		
Wind Electricity	<1	222+		
Solar Photovoltaics	<1	6+		
Biomass				
Industrial Pulp and Paper –Electricity from Wood Wastes and Spent Pulping Liquor	2099+	4767+		
Independent Power Production (IPP) –Electricity from Wood Wastes	189	1626		
Electricity from Landfill Sites	0	670+		
Electricity from Municipal Solid Wastes (MSW)	19	19		
Waste Water Treatment Plants	23	58		
Industrial Pulp and Paper – Heat from Wood Waste			376*	513*
Residential Space Heating			84	95
Thermal Energy from Landfill Sites			N/A	2.4
Thermal Energy from MSW				12.0
Ethanol from Biomass				4.1
Earth Energy Systems				1.0
Active Solar – Thermal (Water and Air)			0.1	1.1
Total Renewable Energy	296 338	349 341	460.1	628.6

+ Current generation is likely higher. Reported generation usually underestimates real activities because of the difficulty in differentiating between various fuels used as input.

* Total thermal energy in the fuel used. It includes the electrical output shown under 'Industrial Pulp and Paper'.

N/A: not available

Source: *Renewable Energy Market Overview 2000*, Statistics Canada and others.

In 1999 the segment of the industry considered as emerging had gross revenues of about $1.4 billion, including $400 million in exports. It employed an estimated 3,700 Canadians. Sales and employment often vary substantially on a yearly basis, depending on the number and size of projects underway.

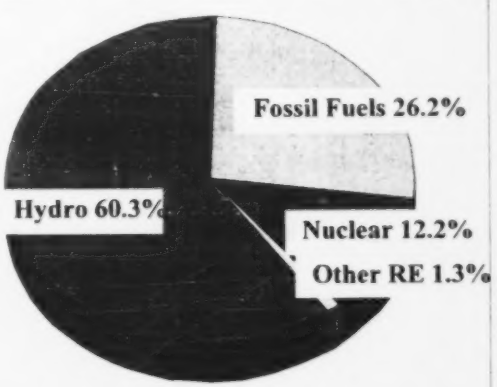
The segments of the emerging renewable energy industry with the best prospects for growth in the short to medium term, appear to be wind and photovoltaics. In addition to the improving economics of these options and growing niche markets, there is strong public interest that often results in additional policy initiatives supporting commercialization efforts. In the longer term, with improvements in technology and additional climate change related initiatives, there is great hope for both electricity and liquid fuel options from renewable energy.

3. The Status and Potential by Energy Source

3.1 Hydroelectricity

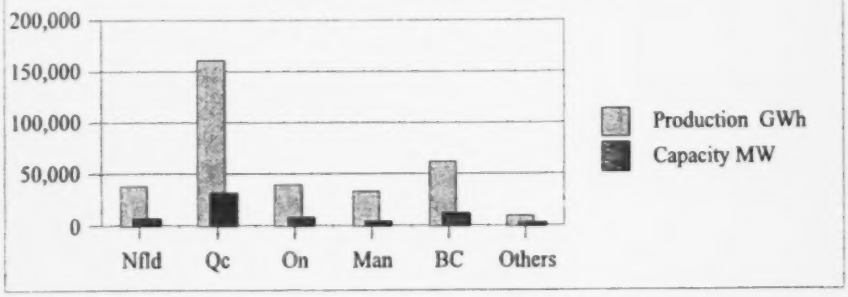
Canada has abundant water resources and a geography that provides many opportunities to produce low-cost energy. Thus, it is no surprise that hydroelectricity has played a major role in the economic development of Canada. During the twentieth century, major hydroelectric projects were established throughout the country resulting in the current dominant position of this supply option.

Figure 1 - Electricity Generation 199



As shown in Figure 1, hydroelectricity remains the dominant source of electricity (60.3 percent) in Canada, with fossil fuels and nuclear providing most of the balance. Canada is the world leader of hydroelectricity production with about 342 000 GWh/y, followed by the United States and Brazil. Installed capacity is over 67 GW, with a high capacity utilization rate of 50 percent due to large reservoirs. Proper management of reservoir water is important because most of the water is available in the spring from precipitation and melting of snow while peaks in demand occur in December and January for heating purposes.

Figure 2 - Hydroelectricity by Province



As Figure 2 indicates, the bulk of this production is generated in about half of Canada's provinces, with Quebec leading. The largest producers are provincially owned electric utilities such as Hydro-Québec, BC Hydro, Newfoundland and Labrador Hydro, and Manitoba Hydro. These utilities have developed a series of large-scale hydro sites across the country. The La Grande complex on the Quebec side of James Bay is the largest hydroelectric development in the world, with a capacity of over 15 000 MW.

In addition to the provincial electrical utilities, several industries own and operate hydroelectric facilities for their own use. In many cases, this practice goes back to the first half of the twentieth century and pre-dates the general electrification of Canada by the electric utilities.

A more recent trend has been the development of an industry of independent power producers during the 1980s and 1990s as a result of gradual deregulation of the industry. These producers usually sell their power to electric utilities. They develop small-scale projects, usually in the 1 to 50 MW range, which help utilities match the growth in demand with small increments in capacity. This field presently accounts for about 1800 MW of installed generating capacity producing some 9000 GWh/y of energy.

Traditionally, the cost of generating hydroelectricity in Canada has been one of the lowest in the world. This allows for very low retail electricity prices, which benefit residential users and electricity-intensive industries, such as the aluminum industry. According to recent estimates, development of new hydroelectric sites could enable more low-cost electricity production ($0.03-$0.045 per kWh).

According to *Canada's Energy Outlook* (1997) and *Canada's Emissions Outlook: An Update* (1999), hydroelectricity production is estimated to increase by about 15 percent during 2000-2020 to 397 740 GWh/y. Increased generation is expected to come from a variety of projects in Quebec, British Columbia and Manitoba. The continuously increasing demand for electricity and the need for reducing greenhouse gas emissions, as well as the competitive cost of hydroelectricity, will undoubtedly contribute to significant additional growth in the future. In fact, Canada's federal and provincial energy and environment ministers concluded at their October 1998 meeting that hydroelectricity can play an essential role in Canada's domestic and international climate change strategy. For more information on hydroelectricity in Canada, please visit the Canadian Electricity Association web site at: www.canelect.ca

3.2 Tidal Power

The continuous movement of ocean water in the form of waves and tides embodies a huge amount of energy. However, to harvest this energy is quite challenging. One way to do so is to capture ocean water in reservoirs at high tide, and later release it through hydroelectric turbines as the tide ebbs. There are only a few tidal power plants around the world operating in this way. The largest is the 240 MW plant on the La Rance River in France. The second largest one is the Annapolis Tidal Generation Station in Nova Scotia, Canada, which has a capacity of 20 MW.

The bay area between Nova Scotia and New Brunswick is one of few places in the world where tides rise about 10 m high and occasionally as high as 16 m. Following feasibility studies on the potential for tidal power in the Bay of Fundy during the 1960s and 1970s, the Annapolis plant was built as a low-head demonstration project and started operations in 1984. The plant has an annual output of about 30 GWh/y.

Currently, extraction of energy from the tides is considered practical only where large tides and suitable geography provide favourable conditions for tidal plant construction. Estimates for world capacity range from a conservative 100 GW to as much as 1000 GW. In Canada, *potential* future supplies exist in several locations, and especially at three different sites in the Bay of Fundy considered the best economical potential with a total capacity of 8500 MW and an annual production of 22 000 GWh.

Environmental concerns, particularly the impact on migrating fish stocks, as well as the high capital costs of tidal sites and the need to synchronize tidal power production with utility system load requirements are key challenges that reduce the prospects of significant near-term development of tidal power.

3.3 Bioenergy

Biomass resources are widely available worldwide and provide a major share of renewable energy in most countries. In Canada, bioenergy provides six percent of primary energy, the second most important source of renewable energy after hydroelectricity. A major application is the combustion of waste materials from the forest products and pulp and paper industries to generate electricity, steam, and heat for their own use. On a smaller scale, residential space heating using fuel-wood, and landfill gas are other significant sources of bioenergy. Biomass feedstocks in Canada include: fuel-wood, wood processing residues (often called "hog fuel" in western Canada); landfill gases methane; municipal solid wastes (MSW); industrial wastes; and sewage biogas. There is also interest in developing additional energy supplies and liquid fuels from crop residues, short rotation energy plantations and agricultural crops such as willow, poplar, and switchgrass.

Table 3

Bioenergy Generation and Potential by Sub-technology						
Sub-technology	Current (1999-2000)		Physical Potential		Realistic Expansion by 2010	
	Electrical GWh	Thermal PJ	Electrical GWh	Thermal PJ	Electrical GWh	Thermal PJ
Forest Industry Related (hog fuel and spent pulp liquor)	6393*	513		Large		12-30
Residential Heating		95		Large		N/A
Energy from Wastes	747	14	1500	Large	600	N/A
Emerging Supply Options (crops, ethanol, etc.)		4.1	Large	Large		5+
Totals for Bioenergy	7140	626	1512+		600+	15-35

* Electrical energy generated from combustion of various residues. It is included in the 513 PJ reported in the next column for thermal energy derived from hog fuel and spent pulping liquor.

The contribution of the main bioenergy sub-technologies is shown in Table 3. Because of the extensive land base available in Canada, there is large physical *potential* for additional solid, gaseous and liquid fuels and chemicals, as well as electrical energy from biomass. The main barriers preventing the realization of this potential are the costs of capital for the initial equipment associated with bioenergy systems and the operating costs related to biomass fuels. When all is considered, the final cost per unit of energy produced is often not competitive with the cost of useful energy produced from systems using fossil fuels. For example, compared to fossil fuels (oil and natural gas), wood and other agricultural sources have low energy density, and high collection, transportation and handling costs per unit of energy. Unlike fossil fuel utilities, they do not have a common fuel distribution infrastructure. Efforts to decrease these bioenergy supply costs could lead to a significant increase in the use of biomass in the future.

The industry involved in bioenergy activities is diverse. It includes manufacturers of boilers, wood stoves and other combustion appliances, manufactured fuels such as pellets and liquid fuels, as well as the large number of part-time suppliers of fuel wood. In total, there are several thousand people employed full-time or part-time in this industry.

3.3.1 Bioenergy from Forest Industry Activities

Energy from wood biomass often comes as a byproduct of Canada's many forest industry activities. For example, wood waste is produced in sawmills during the manufacturing of lumber, in furniture plants, doors and other millwork, and the production of pulp and paper and allied products. The wood waste produced is often in the form of bark, sawdust, planer shavings, pulping byproducts and others. It must be disposed of in the most economical and environmentally benign manner. In the past, much of this residue was combusted in special waste burners or dumped in piles and left to gradually decompose. The shortage of energy has brought about the development of modern bioenergy technologies that allow the handling and combustion of these residues for the generation of heat, steam and electricity. In many cases, surplus residue that is not needed at the site of production is shipped to other plants where it is used as a fuel. Commonly, the solid wood industries generate more residues than they can use for their own energy needs and they sell the surplus to either nearby pulp mills or independent power producers. The last two categories have large boilers that use their own residue plus purchased wastes and generate process heat, steam and electrical power with steam turbines.

The use of wood waste and spent pulping liquor by the Canadian forest industry amounted to 513 PJ of *thermal energy* in 1999. The single largest user of industrial biomass is the pulp and paper industry. In fact, half of the pulp and paper industry's energy needs are met with bioenergy. The second most important user of bioenergy is the sawmill industry, which often uses wood residues to heat lumber drying kilns.

In terms of *electrical energy*, the pulp and paper industry has about 1500 MW of electricity generating capacity in co-generation units. Typically, a plant has large boilers that are fueled with biomass wastes and other fuels such as fuel oil and natural gas. The steam produced is used to generate electricity in conventional steam turbines and the balance is then used for processes such as drying.

Beyond the pulp and paper industry, several *independent power producers* (IPP) were established in the last 20 years which generate electricity from the combustion of wood wastes usually obtained from sawmills eager to dispose of them. A dozen such plants in Canada with an installed capacity of about 128 MW produce electricity to sell to electric utilities. The largest plant, at William Lake, British Columbia, has a capacity of 66 MW.

Total electricity generation at both the pulp and paper and IPP sites is dependent on many operational factors. These include: the fluctuating capacity of the plants generating the residue; the operations of the residue users such as pulp and paper factories; and the price and availability of fossil fuels. The electricity production reported by Statistics Canada is fairly low considering the installed capacity (6000 to 7000 GWh). This seems to indicate either an erroneous system of reporting or a sporadic use of biomass for electricity generation in pulp and paper facilities.

Overall, it appears that the use of bioenergy in industry has increased by one-third over the last ten years. But the trend has been shifting recently because of lower energy prices and the recognition that the net delivered costs for new bioenergy systems are often higher than those using fossil fuels. The diminishing availability of inexpensive residues, and the high capital and operating costs, inherent to the nature of biofuels, as well as environmental constraints and regulatory uncertainties, have lessened interest in such projects in favor of energy efficiency and/or switching to natural gas. The potential for expanded supply of bioenergy seems to have moderated.

Sector-specific analyses carried out in 1999 under the Climate Change Initiative to identify opportunities for reducing CO_2 and other emissions provided a much-needed analysis of options. These assessments, under fifteen Issue Tables, took the form of discussions by expert groups and developed Options Reports for each subject matter area. In the case of bioenergy from forest resources, it was concluded that, through the use of surplus sawmill residues, the contribution of bioenergy could increase by another 12-30 PJ. This potential new energy will probably be realized at co-generation facilities similar to those operating now, where inexpensive residues are combusted in large boilers generating both heat and electricity. This additional energy can only be realized either at higher energy prices or buy-back rates that take into consideration the environmental advantages of renewable energy. The projects being considered are at several sites in Quebec and western Canada, where there is sufficient concentration of residues and steady demand for low-grade heat.

It should also be noted that the above potential for future expansion of this option is dependent on technological developments within the forest industry. For example, it appears that the availability of residues from forestry operations has been declining in the last few years. Overall annual surplus residue has been estimated in 1999 at just over five million tonnes. The decline came about as a result of the increased use of the same residues within the forest industry (e.g. sawdust and low-grade chips) and for energy or in new processes and/or products such as new pulping technologies and medium density fiberboard. There is potential to bring additional logging residues in from the forest but the delivered costs for such fuels are not currently competitive with natural gas and petroleum products.

The Canadian Boiler Society is the association of the major boiler manufacturers usually involved with projects in this area. Information on their activities can be found at: www.canadianboilersociety.ca

3.3.2 Residential Space Heating with Wood

Using wood for residential space heating and cooking has a long history in Canada and around the world. While most Canadians now prefer the convenience of electricity and fuels like natural gas and fuel oil, wood heating remains part of the Canadian way of life. About one-third of Canadian households have wood burning equipment. The incidence of residential homes using fuel-wood is highest in Atlantic Canada (especially Newfoundland and Labrador) and lowest in the Prairies.

Home heating usually takes the form of stand-alone wood stoves, water or forced-air wood furnaces, fireplaces with advanced combustion inserts, high-efficiency fireplaces, and high-thermal-mass masonry heaters. Survey results show that there are over 1.5 million Canadians who use wood for home heating. Another 1.5 million households use wood as a secondary source of heating. Open fireplaces are also common in many older homes in Canada but are not considered here as heating applications. Round wood is usually the fuel of choice, but alternatives include wood chips and wood pellets. A significant portion of firewood is harvested and prepared by the end-user. The rest is usually supplied by small operators, such as farmers who own small wood lots, either as split firewood ready for use or as longer logs for final processing by the purchaser. Natural Resources Canada estimates the primary energy value of the wood used for residential space heating to be about 90 to 96 PJ/y.

Technology advancements over the past decade are making residential wood heating a more attractive proposition. New stoves using advanced catalytic combustion technologies minimize the amount of smoke and other air pollutants. Particulate emissions are reduced by about 80 percent relative to conventional stoves manufactured before the mid-eighties. The systems allow for a more complete combustion of the fuel and consequently provide more heat inside the house than conventional stoves. As well, the aesthetic appeal of new stoves has increased, as large ceramic glass windows allow the homeowner to view the flame without sacrificing efficiency.

In many circumstances, heating with wood makes good economic sense. Several factors are at play. The nearby availability of a low-cost high-quality fuelwood supply is important. The cost of conventional energy sources such as fuel oil, natural gas and electricity is another important factor. High fuel heating costs create a strong incentive for homeowners to use wood as a secondary heating source. An impediment to growth is the lack of large firewood suppliers as in the case of fuel oil, natural gas and electricity. Wood heating is not resource constrained. Canada has a large forest resource and only a marginal fraction of its exploitation is currently for energy purposes. There is potential for increased fuel-wood use in residences under higher conventional energy costs and/or improved fuel supply mechanisms.

In addition to home heating, wood is used for **commercial and institutional buildings**. However, there is no detailed data on this practice. There are a few biomass-based district energy systems in Canada. The largest is the 1.2 MW district heating system in Charlottetown, Prince Edward Island. In operation since the mid-1980s, the system is currently serving over 60 customers and 84 buildings using sawmill and other biomass wastes. In the village of the Oujé-Bougoumou Cree Nation of Quebec, a wood-fired heating plant has supplied both heat and hot water to all the buildings of the village since 1992.

There are numerous other biomass space heating applications, including farm use, rural stores, schools, hospitals, and government buildings. Most of these are of small capacity systems in the 50 to 300 kW range.

For more information on the use of wood for residential heating, please visit:
www.nrcan.gc.ca/es/erb/reed/wood

3.3.3 Energy from Wastes

Bioenergy derived from wastes is gaining momentum in Canada. Energy recovery from landfill sites, from biogas generated by various sources and from combustion of municipal solid wastes is proving to be the most sensible way of dealing with an environmental problem. Total energy generation from wastes is currently about 747 GWh (Table 3) with a potential to double over the next decade.

Landfill gas (LFG) generated at municipal waste landfill sites contains approximately 50 percent methane (CH_4) and 50 percent carbon dioxide (CO_2), plus some trace compounds. It is a major source of anthropogenic methane and accounts for 21 percent of Canada's methane emissions. Methane has a global warming potential 21 times higher than CO_2. There are two ways to manage LFG once it has been captured: it can be flared or used as an energy source. Flaring converts methane into CO_2, a lesser global warming gas. As well, it eliminates odour problems and destroys contaminants. When LFG is used for energy, it successfully deals with the problem and also conserves non-renewable sources of energy.

In 1999, 290 kilotonnes of methane were collected and either flared or used to produce energy in Canada. These practices reduced greenhouse gas (GHG) emissions by about six million tonnes of CO_2 equivalent (6Mt CO_{2e}), which has the same effect as taking 1.5 million cars off the road! About 97 percent of the methane captured for energy purposes was used to generate electricity for sale to electric utilities. Installed electrical generating capacity totalled 86.8 MW in 1999 which, assuming a 90 percent capacity utilisation, could produce about 670 GWh of electricity per year.

The *Climate Change Municipalities Table Options Report* confirmed that it is possible to double the amount of landfill gas captured at Canadian landfill sites, from 6 to 12 Mt/y of CO_2. Such a measure could encourage the generation of electricity from the captured gas, hence reducing the need for electricity generation from other sources.

Methane can also be produced by anaerobic fermentation during the treatment of sewage and industrial effluents. This process breaks down biological solids produced by a wastewater treatment system. Over 78 percent of Canadians are now using sewage systems connected to some type of wastewater treatment plant. In most cases, these plants use part of the methane production to heat their digester. In at least nine plants, the methane is used in a cogeneration mode. The total installed capacity is estimated at 17 MW with an estimated annual generation of 58 GWh.

For more information on this sector, please visit the web site of the Landfill Gas Industry Alliance: http://www.lfgindustry.org

An alternative to the landfill of municipal solid waste is direct combustion. About six municipal waste incinerators in Canada have energy recovery plants. These plants combust 1.2 million tonnes of municipal solid waste which has a primary energy content of 12.5 PJ. Some produce steam for sale to nearby industrial facilities. It is also possible to generate both steam and electricity in a cogeneration mode. After transformation losses, the energy produced by these plants is estimated at 6.3 PJ.

In Canada, the waste disposal practice has tended to be toward landfilling rather than combusting the waste because of the availability of land. Also, past incinerator projects have generated public concerns about air emissions, partly due to old incineration systems designed without proper pollution control equipment. However, this impediment should no longer be the case, as modern, properly run municipal incinerators have a long history of good performance and low air emissions.

While it is unclear whether new plants would be built in the near future, difficulties in securing new land for land-filling waste will likely lead to consideration of the energy recovery option. Many opportunities in this area are now being assessed under new programs announced by the Government of Canada under its climate change policies. The Green Municipal Funds Program has a budget of over $125 million to carry out assessments and assist projects that will help Canadian municipalities improve their infrastructure for better environmental practices. Several projects will address issues related to extraction of energy from wastes.

Crop residues from large cereal and canary seed operations in regions of southern Manitoba that have surplus straw are being combusted in bail burners on farms. It was estimated that the total Canadian agricultural residues available for energy contain the equivalent of several hundred PJ.

The Department of Agriculture and Agri-food Canada recognizes that animal litter (manure) from animal husbandry operations presents disposal problems and contributes about 3.4 percent of Canada's GHG emissions. If used properly, the heating value of dry manure ranges from 14 to 18 Gigajoules per tonne. The total available energy is 42 PJ/y.

3.3.4 Bioenergy for the Future

As mentioned earlier, because of the extensive land base and the available skills in both forestry and agriculture, Canada has the potential to develop much more of its energy needs from renewable biomass. **Biomass plantations** are sustainable sources of energy when the fuel is grown and harvested in a sustainable manner. During the 1980s, a number of experimental plantation sites were established in Canada for: the selection and testing of hardwood species and clones; the improvement of productivity through hybridization; and the genetic transformation and nitrogen fixation for many short rotation tree crops including willows and poplars. While these plantations have proven that the development of bioenergy crops could be feasible, no sale of energy has taken place as yet.

Similarly for agricultural crops, experimental plantations have been established and monitored with switchgrass and other grasses. Canada has over 20 million hectares suited to energy crops. However, the exact potential and energy crop plantation resource is yet to be determined. Although yields from such crops were impressive, there are many technology and economic issues remaining to be addressed. For a summary of activities under the ENergy from the FORests Program (ENFOR) visit the web site:
http://www.nrcan-rncan.gc.ca/cfs-scf/science/enfor/index_e.html

Ethanol produced from agricultural sources through fermentation and distillation can be blended with gasoline at concentrations of up to 10 percent ethanol and used in conventional internal combustion engines without any engine modifications. In Canada, there are currently about 1,000 service stations offering ethanol-blended gasoline at blends varying from five to ten percent ethanol, depending on the retailer and provincial requirements. In order to be used as a high proportion of the fuel content, or as the only fuel for a car, conventional car engines will need to be altered. Some North American car manufacturers are now offering vehicles that can use a blend of up to 85 percent ethanol in gasoline, called E85. However, there are no public E85 refueling stations. Natural Resources Canada has one of the few private E85 refueling stations feeding a fleet of departmental cars.

In Canada, five plants located in Manitoba, Saskatchewan and Ontario produce ethanol from corn or wheat for use as transportation fuel. Based on the installed production capacity in 1998, annual production of ethanol is estimated at 215 million litres. About 15 million litres annually are produced from pulping process wastes in Quebec. About 164 million litres/year of ethanol are used to blend into gasoline and represent an energy value of 4.1 PJ.

Several new ethanol plants are at the advanced planning stage. They include projects in Ontario, western Canada and Quebec. Should these projects proceed, the production of fuel ethanol would increase substantially, reaching about 500 million litres during the next few years. Along with the existing plants, the new plants would produce ethanol from grains such as corn and wheat. The process for producing ethanol from these starch-based feedstocks is mature from a technology point of view. However, the ethanol produced is currently not cost competitive with gasoline and it is made possible in part because of federal and provincial tax incentives.

In an effort to reduce the cost of producing ethanol to make it cost competitive with gasoline on a non-subsidised basis, research is underway to develop technologies for the production of ethanol from plentiful, low-cost cellulosic biomass such as wood or agricultural crop waste. Substantial savings would arise from the reduced cost of such feedstock. Technology being developed envisions "biorefineries" that use the raw material in an optimal manner to derive a wide range of fuels and chemicals. Current targets are for producing 200 to 400 million litres/year of ethanol from this source within 10 to 15 years at a cost equivalent to gasoline produced from oil at $32/barrel (approx. US$20/barrel).

For more information on ethanol activities in Canada, please visit the web site of the Canadian Renewable Fuels Association at: http://www.greenfuels.org

3.4 Geothermal Energy and Earth-Energy Systems (EES)

Truly geothermal energy from the earth's crust is found in several parts of Canada, especially in the western provinces. Following initial outlining of the resource for possible use of the steam for electrical generation, activities have stopped. In recent years, the term "geothermal or ground source" has been applied to an end-use technology for space-conditioning and domestic water heating. It incorporates piping systems to capture and upgrade through heat pumps, the heat from a ground or water source.

A geothermal heat pump or ground-coupled heat pump (GCHP) system uses the subsurface temperatures of solar-heated earth or water as a main heat source and sink in order to provide heating or cooling. Natural heat from the earth or water source is absorbed into a liquid, heat transfer medium circulating in buried pipes and carried to a building. It is then upgraded to a comfortable room temperature through a heat pump unit. When cooling is required, the system is reversed. Heat is returned to the cooler ground and/or water source and is again transferred back to the building where it is distributed at cooler temperatures. Ground source heat pumps use the earth or ground water as a source of heat in winter and as a "sink" for heat removed from indoor air in summer. For this reason, ground-source heat pumps have come to be known as "earth –energy systems (EES)".

EES are primary energy production devices. While they require electrical energy to power their loop and heat pumps, EES typically generate three to four units of energy output per unit of input. There are approximately 30,000 residential EES in Canada. Annual sales peaked in the early 1990s, primarily as a result of an Ontario Hydro incentive program. During that period, Ontario Hydro provided cash incentives for the residential installation of GSHP in areas not serviced with natural gas.

Sales of EES in Canada represent less than one percent of the total heating, ventilation and air conditioning (HVAC) market. According to a recent market development study carried out for the industry, there are 1,500 to 2,200 units sold and installed per year. About two-thirds are in the residential sector, mainly in new homes with the remainder in the commercial/ institutional sectors. Total installed value of these units is about $10 million. Most of this market is in the provinces of British Columbia, Ontario, Nova-Scotia, Manitoba and Quebec.

The main barriers to the rapid commercialisation of EES are economic. EES often have a higher capital cost than competing systems due to the installation of the underground loop. This may discourage potential buyers. However, operating and maintenance costs are greatly reduced and EES can be quite appealing when considered on a life-cycle basis. The economics of EES must be compared to alternatives for both heating and cooling. It is particularly attractive in areas where the costs of heating fuels and electricity for conventional cooling are high.

Other barriers include a general lack of familiarity with the technology, higher transactional costs due to inefficiencies in the marketing infrastructure, as well as a need for streamlining and harmonisation of standards and test procedures.

For more information on the EES option in Canada, including member companies, please visit the web site of the Earth Energy Society of Canada at: http://www.earthenergy.ca/conta.html

3.5 Electricity from Wind

Wind energy is the fastest growing renewable energy technology worldwide. It is almost universally considered the most promising technology for pollution-free electricity generation in the short to medium term. Technical advances combined with marketing innovations and low interest rate financing have combined to expand capacity from about 2000 MW in 1990 to over 20 000 MW in 2001. Current annual sales of wind turbines and associated equipment are over $5 billion. Recent installations are primarily in Europe because of higher electricity prices and national commitment to the Kyoto Protocol. In Denmark, 12 percent of national electricity supply is derived from wind, and Danish legislation demands an increase to 50 percent by 2020.

Canadian interest in wind as a source of energy was rekindled following the oil crises of the 1970s and 1980s. Early efforts to quantify the physical resource were based on existing meteorological data and predicted a potential of about 28 000 MW, which could meet 11 percent of Canadian electricity demand. These estimates were based on the potential proximity of wind farms to existing transmission lines. Local resource assessment studies carried out more recently suggest that the above early estimate may be conservative.

The first commercial Canadian wind project was established about ten years ago at Cowley Ridge, near Pincher Creek, in southern Alberta. The Cowley Ridge wind farm has since been doubled to over 40 MW and other installations in southern Alberta now total an additional 60 MW. In 1998/99 a 100 MW wind farm (Le Nordais) was built on the south shore of the St. Lawrence River on the Gaspé Peninsula in Quebec. The project comprises 134 turbines, each with a capacity of 750 kilowatts. Electricity production of about 300 000 MWh/y is sold to Hydro-Québec under a long-term contract paying a reported $0.058 per kWh.

In 2001, a 5 MW wind farm was commissioned on Prince Edward Island to utilise the strong winds of the Gulf of St. Lawrence. Suncor and Enbridge, two major fossil fuel organizations in Saskatchewan, are completing the 11 MW SunBridge wind farm near Gull Lake. The wind-generated power will be supplied by the province's electric utility, SaskPower, to federal government offices across the province. In June 2001, SaskPower announced the construction of a second wind farm in the province. This 5.3 MW wind farm will supply electricity to the Saskatchewan government's facilities and SaskPower's head office. Excess capacity will be offered to SaskPower customers. This should lead to a green power product option for all Saskatchewan residents and to more wind-generated power. The second wind farm should be running by August 2002. In Prince Edward Island, a similar Green Power Program is already underway (early 2002) with over 200 customers.

Several other individual large wind turbines were recently erected throughout Canada, often as forerunners at potential wind farm sites, bringing total installed capacity to about 200 MW with a projected annual energy generation in excess of 500 GWh.

To date, the uncertain nature of the Canadian wind energy market has inhibited the establishment of significant indigenous wind turbine manufacturing companies. Nevertheless, the current wind industry in Canada consists of about 50 firms, employing approximately 300 people and generating about $18 million in annual sales. With the increasing capacity of wind energy, these sales will increase quickly. Some manufacturing of small wind turbines and major components for utility-scale turbines is done in Canada, including towers, fibreglass blades, and all civil and electrical engineering work at site. With the introduction of new initiatives by the Government of Canada a few months ago, the Canadian wind energy industry is looking to the future with optimism.

Although the deployment of wind energy in Canada will continue to be influenced by our abundant, low-cost, traditional sources of electricity, the growing public and political concern for the environment and Canada's repeated commitments to meet Kyoto goals hold promise for increasing importance of this option. The concomitant industrial and societal benefits of sustainable indigenous energy supplies provide additional arguments for increased deployment of wind energy. In 2001, the Canadian Wind Energy Association released a plan proposing installation of 10 000 MW of wind electric generation capacity by 2010. In its latest budget, the federal government provided up to $260 million over 15 years as production incentives for wind-generated electricity. Details of the Wind Power Production Incentive Program are now being defined. However, the Government of Canada is expected to provide financial support for the installation of 1000 MW of new wind energy capacity over the next five years.

The federal and certain provincial governments have also committed to purchase portions of their in-house electricity from sustainable sources. Despite the turmoil of deregulation, several provincial utilities have shown strong interest in integrating wind energy into their generation mix. Wind energy may be offered to retail customers as a supply option, either as a result of deregulation in some provinces, or as a decision by a utility to offer consumers a choice. For example, Enmax, the City of Calgary electric utility, has been successful in offering wind energy on a premium basis to its residential customers since the fall of 1998. Hydro-Québec is also showing interest in the further development of wind energy. In its recent strategic plan (October 2001), it announced that purchases of wind-generated electricity may reach 50 MW/year by 2004 or 2005. The projected price for such purchases is of the order of $0.05-$0.06 per kWh. In parallel to the Hydro-Québec initiatives, the Quebec government budget of November 2001 announced further support for private sector-initiated wind projects that have the potential for job creation.

In addition to grid-coupled wind farm applications, there is a market for smaller wind turbines (less than 1MW) for integrated wind/diesel power plants in small communities beyond the main electricity networks. This requires that special considerations be given to operation in harsh northern climates, and to installation and maintenance procedures compatible with equipment and skills in these locations. Though important in terms of industrial activity and pollution reduction in remote areas, such applications do not contribute significantly to regional or national energy supplies.

Finally, there is a market for small, autonomous wind turbine systems for cottages, communications relay stations, navigational beacons and other similar applications.

As a result of strong public interest, improved economics and government incentives wind energy deployment in Canada should accelerate. Summaries of various wind energy activities in Canada as well as member companies are listed in the Canadian Wind Energy Association web site at: www.canwea.ca

3.6 Mechanical Power from Wind

In addition to generating electricity, wind is used in Canada for mechanical power. The most common application is for water pumping. Underground water can be pumped to the surface and stored in a basin, for example, to provide drinking water to cattle. There are several thousand water-pumping windmills, primarily in the Prairies. Another application is the use of windmills to aerate ponds and lakes.

3.7 Solar Energy

Contrary to common belief, the solar resource in Canada is generally very good and compares favourably with other regions of the world due, in part, to our clear sky climate. There are several technologies which exploit solar energy for specific purposes. These include active and passive solar energy for heating water and air, and photovoltaics for the generation of electricity. More information on the industry may be found at the Canadian Solar Industries Association web site at: www.cansia.ca

3.7.1 Active Solar Energy

Solar technologies that provide heat and hot water for residential, commercial and industrial use have a long history of commercial applications. Several million solar hot water systems have been installed worldwide. Historically, the United States, Japan, Israel and Australia have had the largest share of the solar thermal market. More recently, there has been significant growth in Europe and Asia. For example, Germany and Austria have a combined market of over 500 000 square meters (m^2) of solar thermal collectors annually, while over one million m^2 of solar thermal collectors are installed annually in China.

In Canada, the most cost-effective active solar energy technologies are those used for low-temperature heating applications, such as domestic water heating, pool heating and heating of ventilation air for commercial/industrial buildings. An estimated 606 000 m^2 of solar thermal collectors are currently in use in Canada of which 493 000 m^2 are used for residential pool heating, 72 000 m^2 are used for domestic hot water, and 41 000 m^2 are used for ventilation air heating for commercial/industrial buildings. There is also a small number of commercial solar water heating systems installed. Energy production from these systems is estimated at 1.1 PJ/y. Following the collapse of oil and gas prices in the mid-1980s and the termination of off-oil government programs, sales of new systems slowed down considerably. As a result of strong public interest, improved economics and government incentives, active solar deployment in Canada should accelerate. Presently, a few hundred new systems are installed annually, representing sales of $2-3 million.

The technical potential for active solar energy applications in Canada is large. According to studies carried out over the last several years, the potential market for solar domestic hot water, heating of swimming pools and ventilation air is as much as 135 PJ installed capacity. Allowing for a realistic market penetration of about ten percent of the above potential, under current and projected costs for solar heating, the projected market has been estimated at over 9 PJ installed capacity.

Residential water heating is a solar heating application that has recently received renewed interest in Canada from the private investment community, utilities and energy service providers. Water heating in Canada currently accounts for approximately 20 percent of the residential energy use, representing about 15 megatonnes of CO_2 emissions per year for an average of two tonnes of CO_2 per water heater. Solar water heaters can make a significant contribution to CO_2 emission reduction as each installation reduces conventional energy use by 40-50 percent. There are approximately 12,000 solar water heaters currently in use in Canada, representing less than one percent of the market. Market penetration has been limited to date primarily due to high cost. New, advanced low flow, solar water heaters planned for commercialization in 2002 should have a significant impact on the market. Through assistance from the Climate Change Action Fund (CCAF), utility partners should install about 100,000 units over the next 10-15 years, delivering energy at a cost to the consumer of approximately $0.05 per kWh, competitive with electricity and natural gas prices.

Pool heating is another application where solar technology should increase market share. More than 600,000 Canadian homes – about ten percent of the total low-rise housing stock – have outdoor swimming pools and approximately one-third of these are heated. Solar heaters currently have about ten percent market share, representing more than 20,000 units. The main barrier to increased market share has been the lack of awareness of the cost/benefits of solar heating. Recent studies in Canada concluded that solar pool heaters could provide the performance that pool owners desire and have a simple payback ranging from two to four years. The studies indicate that solar could capture 40-50 percent of the pool heating market in the long term. Test promotions during 2001 at three locations in Canada confirmed this potential.

Other water heating applications in Canada where solar technology is expected to gain market share include aquaculture process water heating (fish hatcheries) and car washes. There are approximately 1,500 car wash facilities across Canada consuming a total of 17 million m^3 of hot water per year (>2 PJ/y). There is a trend toward more touch-free facilities which use double the hot water compared with the more conventional friction type washes due to the use of warm water for both the wash and rinse cycles. Studies show that the solar heating for such car washes can result in payback periods ranging from five to seven years. A pilot project will begin in 2002 to demonstrate the use of solar heating at one of Canada's largest car washes operated by Sunoco.

In addition to solar hot water systems, the heating of ventilation or make-up air for industrial plants has proven to be one of the most cost-effective applications for active solar technology in Canada. Conserval Engineering Inc. continues to enjoy success in both domestic and international markets with its Solarwallä technology. Solarwallsä are unglazed perforated metal sheets that act as very efficient solar absorbers and are mounted vertically on south-facing walls of buildings like conventional wall cladding. This technology can meet up to one-third of a building's annual make-up air heating load and is easily retrofit to offices, apartments, warehouses and manufacturing plants. Clients to date include Ford, General Motors, Canadair, Bombardier, and Fedex. Annual sales have increased since the introduction of these systems in the early 1990s but are still below $1 million per year. The total surface area of Solarwallä installed in Canada is about 41,000 m^2, representing an annual energy production of about 0.1 PJ. The market in Canada for Solarwallsä was estimated in the 1993 report to be almost 4 PJ representing well over one million m^2.

The Solarwallä technology has also been targeted for international market applications, particularly for commercial drying applications. A major pilot project is underway under Canada's Climate Change Action Fund to demonstrate the technology in Central America, India, and China for various agriculture drying applications including coffee, fruit and spices.

Other applications for solar in Canada currently in the development stages include desiccant cooling systems for commercial applications where humidity control is important and solar detoxification incorporating advanced oxidation technologies which use ultraviolet light and a photocatalyst to treat organic contaminants in polluted wastewater streams.

The Canadian active solar industry is composed of about 20 companies involved in the manufacture of collectors and systems, and an estimated 24 dealers/installers. Total employment is estimated to be less than 100 – smaller than in the mid 1980s because the major solar demonstration programs ended and fossil fuel prices collapsed. The industry is now picking up as a result of renewed interest by the public and private investment community and government support for solar commercialization activities. It now appears that the industry has gone through the difficult adjustments of the 1980s and is poised to grow in a sustainable manner with cost-effective products in favorable niche markets. To help stimulate demand, Natural Resources Canada's Renewable Energy Deployment Initiative (REDI) encourages the use of active solar space heating systems in commercial businesses and federal facilities in Canada including a 25 percent rebate on qualifying systems. More information on this program may be found on page 32 of this report.

3.7.2 Passive Solar Energy

Passive solar technologies involve the design of buildings and employ special components for the purposes of space heating, day lighting and shading. Experience has shown that the most important building component used in passive solar applications in Canada is windows. Advanced windows can actually be net energy suppliers with better net annual energy performance than the most tightly insulated walls. The Canadian market for high-performance windows in residential and light commercial applications is growing. About 40 percent of windows sold for such applications employ high-performance windows with low emissivity glass. The field of passive solar energy is usually considered an energy efficiency issue in Canada. Therefore, it is not described in detail in this section.

For more information on passive solar envelope designs, please visit the Buildings Group web site of CANMET/Natural Resources Canada at:
http://buildingsgroup.nrcan.gc.ca/pub_e.html#Passive

The Canada Mortgage and Housing Corporation is also involved in energy-efficient designs:
www.cmhc.ca

3.7.3 Solar Photovoltaics (PV)

Photovolaic systems use semi-conductor materials to convert sunlight into electricity. They are used in off-grid applications or connected to the grid. According to IEA reports, the world PV market has been expanding at the average rate of 20 percent per year over five years and accounts for over 1.3 GW installed capacity. In OECD countries, about 60 percent of the PV installations are for grid-connected applications while the rest are off-grid. Global annual sales are well over $3 billion.

The installed capacity of PV systems in Canada was approximately 7.2 MW in 2000, with an estimated annual production of 7.2 GWh of electricity. This is more than double the capacity and production of just three years ago. The bulk of this capacity is for off-grid applications where PV is proven to be price competitive against grid-extension or conventional stand-alone power systems. Typical applications include: electric power for telecommunication systems; remote monitoring and control; remote residential properties; coast-guard systems; and road signage for transportation.

Although PV costs have declined significantly over the past two decades, it is not yet price-competitive with conventional utility electricity. Achieving cost reductions through technological improvements and manufacturing automation is the industry's main challenge.

Table 4

Installed PV Electricity Capacity in Canada (MW)	
1992	0.96
1993	1.24
1994	1.51
1995	1.86
1996	2.56
1997	3.38
1998	4.47
1999	5.826
2000	7.154
2001	8.5 (estimate)

The Canadian PV industry has grown steadily over the past few years, serving both domestic and export markets. In 2000, there were more than 150 businesses active in Canada, mostly system suppliers and installers. Approximately 12 companies are involved in manufacturing. The industry workforce totalled 250 and industry revenues reached $40 million in 2000. The industry installed 1.3 MW of new photovoltaic generation capacity in Canada, and an additional 0.2 MW in export markets. Domestic PV power sales have grown at an annual rate of 25 to 30 percent during the past six years. As the price of PV continues to decrease, growth should be sustained in coming years as current markets are further penetrated and new markets developed.

In addition to the cost-effective off-grid market for small systems, there is strong interest in promoting wider market demonstrations of PV in grid-connected applications in buildings. The phenomenal success in reducing the cost of PV technology by a factor of five over the last 20 years, coupled with strong public interest in solar energy, has led many Canadians to consider solar-generated electricity as a viable option for decentralised power. Governments are supporting an increasing number of demonstration projects in order to sensitise more Canadians to this clean and sustainable energy option and assist the local industry to gain valuable PV-building experience. Each kW of installed PV capacity will offset, on a life cycle basis, 1.6 tonne of CO_{2e} from coal, 1.3 tonne from diesel, and 0.73 tonne from natural gas-operating generating stations. Current efforts to promote the installation of 30 MW of PV systems in the built environment by 2010 could further strengthen the Canadian industry.

The Canadian Solar Industries Association represents the PV industry. Details on member companies may be seen at their web site at: www.cansia.ca

4. Outlook for the Future – Barriers and Policy Drivers

According to *Canada's Energy Outlook* prepared by Natural Resources Canada in 1997 and *Emissions Outlook: an Update* (1999), renewable energy production will continue to grow in Canada. Under the assumption of relatively stable energy prices and GDP growth of 2.3 percent per year between 2000 and 2010, hydroelectricity is predicted to grow to 382 650 GWh per year, an 11 percent increase. According to the same projections, it will grow to 397 740 GWh per year by 2020, an overall increase of about 15 percent over 2000 generation. Other renewable energy forms, particularly biomass and wind, are also expected to grow, but the projections are not firm. Despite these increases, the share of renewable energy of total primary energy production in Canada is predicted to remain relatively constant because of a parallel increase in conventional energy use, primarily natural gas. These forecasts were developed based on a business-as-usual scenario reflecting market conditions and government policies at that time, and do not reflect the Kyoto commitment to reduce greenhouse gas emissions.

At the time of preparing this report, there was still intense discussion at all levels on the issue of ratifying the Kyoto agreement. Nevertheless, it is safe to say that Canadians envision all renewable energy options as important players in the search for solutions to the emissions reduction objectives. Promising areas, in terms of both impact and marginal cost of reducing CO_2, appear to include energy efficiency and generation of non-hydrocarbon electricity (hydro, wind). Additional thermal energy could come from residues within the forest industry, energy from wastes, as well as from solar heating and earth energy.

In addition to climate change, it is argued in Canada that wide implementation of renewable energy will provide benefits to the economy in the longer term. It is often mentioned that many of the new technologies and products will provide local employment and other social benefits. Strong expertise in certain areas can help exports for goods and services. Canada already participates in many international forums for the development and commercialisation of renewable energy. More details on international co-operation are provided on page 35.

Most renewable energy options are considered technologically reliable and are being used successfully in Canada and around the world. Furthermore, these systems are considered cost-effective on a life-cycle basis in many niche markets. Nevertheless, several barriers and challenges restrict their rapid deployment in wider energy markets. These barriers include the following:

Prospective customers have limited knowledge about and experience with renewable energy systems. Preference is usually given to well-established, off-the-shelf space solutions that are perceived to be risk-free and affordable.

Negative experience with earlier renewable energy technologies may have tarnished the reputation of certain systems. For example, system reliability issues plagued some first generation technologies introduced in the late 1970s and early 1980s. In other cases, the promised financial savings did not materialize due to the drop in oil and gas prices in the mid-1980s.

Some renewable energy systems have higher purchase and installation costs compared to conventional technologies. Where construction budgets are predetermined, increasing the cost of the heating system, for example, would require cuts in other areas of the project. If the owner does not expect to pay for the future operating costs of the building, there is little incentive to minimize life-cycle costs.

Environmental benefits arising from renewable energy systems have not, so far, been considered in the decision-making process.

The long period of low energy prices in Canada created a climate of comfort with end-users, where little value is placed on moving away from conventional fuels to protect against future price increases.

Existing regulations on safety or environmental impact often hinder the implementation of new technologies. These are based on the performance of old technologies that have little in common with newer, cleaner and safer options. The renewable energy community is working hard to address these barriers through seminars and courses, and the development of standards and test procedures.

Finally, a common barrier in marketing renewable energy options is the lack of the relevant infrastructure associated with expertise, commercial channels of distribution and service.

5. Programs in Support of Renewable Energy

Various levels of government provide support for the development and commercialization of renewable energy in response to the policy objectives outlined above. Most support is in the form of financial incentives (usually cost sharing or project costs for research, development and demonstrations) or support to address other barriers. The level of assistance is usually small and aims to be just enough for the recipient to go ahead with the project. In some cases, the public funds are repayable.

An introduction to the programs in support of renewable energy may be seen at the Canadian Renewable Energy Network (CanREN) web site: http://www.canren.gc.ca/default_en.as

5.1 R&D Programs and Budgets

Assistance programs for research and development in renewable energy have been in place for over 25 years. The main funding organization is Natural Resources Canada through the federal Program of Energy Research and Development (PERD). In the mid-1980s, at the peak of energy R&D expenditures, the federal government's total budget for renewable energy was in excess of $40 million per year. Current support is of the order of $15 million annually. Table 5 shows the allocations by technology area.

The main component of this R&D effort is the Renewable Energy Technologies Program (RETP). It supports efforts by Canadian industry to develop and commercialize advanced renewable energy technologies such as active solar, wind power, bioenergy and small hydro that can serve as cost-effective and environmentally responsible alternatives to conventional energy generation. RETP's funding is repayable. More details on this program and references to sub-programs and related links may be found at the web site:
http://www.nrcan.gc.ca/es/etb/cetc/cetc01/htmldocs/funding_programs_retp_e.html

Table 5

Government of Canada Support for Renewable Energy Research and Development (C$ million)			
	Year		
Activities	1990	1995	1999
Total Solar	4.2	4.7	4.8
Solar heating and cooling	2.7	2.7	1.7
Photo electric	1.5	2.0	2.9
Thermal electric	0	0.0	0.2
Wind	1.4	1.5	2.2
Ocean	0	0.0	0.1
Biomass	6.7	7.7	6.0
Geothermal	0.2	0.1	0.1
Total Hydro	0.7	1.1	2.0
Large (capacity of 10 MW and above)	0	0.1	0.2
Small (less than 10 MW)	0.7	1.0	1.8
Total Renewable Energy Sources	13.2	15.1	15.2

The above funds are used internally within government laboratories that perform R&D, or within private-sector or institutional performers (university, provincial or industry laboratories).

Under its climate change initiatives, the federal government has announced a number of programs in support of renewable energy technology development and demonstration. In the case of R&D, the main support program is Technology Early Action Measures (TEAM) under the Climate Change Action Fund. The program supports technology projects that hold the promise to reduce GHG emissions, nationally or internationally, while sustaining economic and social development. The program's objective is to help accelerate the demonstration and commercial deployment of new technologies. Proposed projects must be sponsored and co-funded by an existing government R&D program such as the RETP discussed above or another program (see below).

Examples of projects approved under this and related programs may be found in Appendix B of this report.

More details on climate change programs may be found at:
http://www.climatechange.gc.ca/english/index.shtml

The Industrial Research Assistance Program (IRAP) is a generic technology development program administered by the National Research Council. It provides assistance to small- and medium-sized companies to advance their technologies. For more details, please visit the following web site: http://www.nrc.ca/irap/aboutus.html#mandate

Another major generic technology development program that often provides assistance to renewable energy projects is Technology Partnerships Canada (TPC) administered by Industry Canada. It provides repayable financial assistance for the development of technologies directly associated with improved industrial processes. Support for environmental and sustainable alternatives is a program priority. More information on the program may be found at: http://strategis.ic.gc.ca/SSG/tp00170e.html

5.2 Commercialization Programs

The Renewable Energy and Electrical Division of Natural Resources Canada is the principal organization charged with promoting commercialization of renewable energy. It manages a number of government programs among them the Renewable Energy Deployment Initiative (REDI), associated programs for the purchase of green power and market development, and the Wind Power Production Incentive Program. A brief description of these programs follows:

Renewable Energy Capacity Building Program

An effective way to encourage the use of new cost-effective renewable energy sources is to provide decision-makers with technical information and related services. Under this program, an easy-to-use renewable energy project analysis software named RETScreen was developed. It has become the international standard in helping planners and decision-makers consider renewable energy projects at the critical early planning stages. For more information on RETScreen, please visit the web site: http://www.retscreen.gc.ca

Renewable Energy Deployment Initiative

The Renewable Energy Deployment Initiative (REDI) is a six-year $24 million program designed to stimulate market demand for commercially reliable, cost-effective renewable energy systems for heating and cooling. Under REDI, businesses and institutions may be eligible for an incentive if they install qualifying renewable energy systems including solar hot water, solar air heating and high efficiency biomass combustion systems. The incentive will cover 25 percent of the purchase and installation costs up to a maximum contribution of $80,000.

Under Climate Change Action Plan 2000, Natural Resources Canada announced a financial incentive for new renewable energy systems that targets the industrial sector. This represents a $2 million investment over five years to the end of March 2006. The incentive level for this measure is the same as that provided under the REDI program.

Wind Power Production Incentive

This 15-year, $260 million production incentive will support the construction of 1,000 MW of wind energy capacity during the next five years. Targeted consultations have started and final program details including eligibility criteria should be announced in Spring 2002. The incentive will be available for the first ten years of production and will help provide a long-term stable revenue source. This will result in more investments in wind energy projects in all regions of Canada to help address climate change and improve air quality. Provincial and territorial governments are encouraged to provide additional support for these wind energy investments.

Government Purchases of Electricity from Emerging Renewable Sources

Natural Resources Canada and Environment Canada purchase wind-generated electricity for their facilities in Alberta. This leads to an annual reduction in GHG emissions of about 11 kilotonnes. On behalf of the Government of Canada, Natural Resources Canada purchases wind-generated electricity in Saskatchewan and Prince Edward Island. The purchases lead to reductions of about 40 kilotonnes of GHG emissions annually.

In Climate Change Action Plan 2000, the Government of Canada committed to purchase 20 percent of federal electricity requirements from emerging low- or non-emitting renewable energy sources. This $30 million five-year program will help lower the Government of Canada's GHG emissions by about 235 kilotonnes annually.

Natural Resources Canada works in partnership with Public Works and Government Services Canada (PWGSC) and Environment Canada. As the lead department, PWGSC negotiates and signs purchase agreements. Natural Resources Canada provides renewable energy policy and market development capabilities, program analysis and evaluation. Environment Canada provides advice on environmental issues and program analysis support.

Market Incentive Program

The Government of Canada will provide a limited financial incentive to electricity retailers to stimulate sales of electricity from emerging renewable energy sources ("green" power). Details of this $25 million Climate Change Action Plan 2000 program have not yet been announced. A consultation process on the proposed elements of the Market Incentive Program will be held before finalizing it. With the help of this program, by 2010 the "green" power market could reduce GHG emissions by as much as 1700 kilotonnes per year.

Natural Resources Canada will develop green power market awareness, evaluate proposals, negotiate agreements, grant funds, report on the performance and effectiveness of the program, and conduct program analyses and evaluations. Environment Canada will develop environmental

policies with Natural Resources Canada, other federal departments, provinces and stakeholders. Environment Canada will also analyze the environmental benefits of the proposals. For more information on these and other related programs, please see: http://www.nrcan.gc.c.

In addition to the above, certain forms of renewable energy equipment generating electricity are also eligible for a faster than usual capital cost allowance treatment under the tax system. For example, the Class 43.1 Capital Class Allowance of the Income Tax act provides for an accelerated capital cost allowance of 30 percent per year on the declining balance of certain renewable energy and energy efficiency investments. In addition, the Canadian Renewable and Conservation Expense (CRCE) allows capital costs in certain new projects to be flowed through to investors using flow-through shares. Details of these incentives are provided in the *Class 43.1 Technical Guide* published by Natural Resources Canada. These include electrical generation technologies such as wind, small hydro, solar and others. Similarly, the excise tax on the ethanol component of blends of gasoline has been eliminated.

Under the Climate Change Action Fund and subsequent federal budget measures the Government of Canada announced several initiatives designed to provide assistance towards environmentally sustainable projects in specific sectors. Renewable energy commercialization projects are eligible for support under these programs. Some of the key elements are:

- Public Education and Outreach
- The Sustainable Development Technology Fund
- Green Municipal Enabling Fund – Federation of Canadian Municipalities (FCM)
- Green Municipal Investment Fund – FCM

A *Compendium of Federal and Provincial Government Initiatives* within the climate change effort was developed during a recent Joint Ministers of Energy and the Environment meeting. For details, visit the web site: http://www.nccp.ca/NCCP/joint_ministers/index_e.html

Several other government programs that aim to support industrial and regional development can also provide assistance to renewable energy projects that meet their criteria.

The Canada Foundation for Innovation (CFI) invests in infrastructure projects to support excellence in research at universities and non-profit institutions. More information is available at: http://www.innovation.gc.ca

6. International Cooperation Activities

Canada participates at the IEA Renewable Energy Working Party and the following Implementing Agreements related to renewable energy:

- Bioenergy
- Hydropower Technologies and Programmes
- Photovoltaic Power Systems
- Solar Heating and Cooling and several annexes,
- Wind Turbine Systems and several annexes
- Hydrogen

Canada also participates in other IEA agreements and annexes with programs related to renewable energy. They include programs under the following parties:

- Fossil Fuel (Fluidised Bed Combustion and others)
- End Use (Advanced Fuel Cells, Building and Community Systems, CADDET, Energy Storage, Energy Technology Data Exchange, Heat Pump Technologies, Pulp and Paper)

Bilateral Agreements

Under the Natural Resources Canada-United States Department of Energy Memorandum of Understanding (MOU) on Energy R&D, Canada cooperates with the U.S. in all fields of energy R&D except for nuclear fission and fusion. The MOU includes applied research, demonstrations, testing, technical information sharing, joint planning, exchange of researchers, and other related scientific activities. The R&D is carried out under implementing arrangements. Signed arrangements already provide for work in renewable energy subjects such as bioenergy, and microgeneration and communities. In addition to implementing arrangements, sectoral meetings are held to share information and to develop new cooperation on specific issues.

The APEC Expert Group on New and Renewable Technology Cooperation (EGNRET) is one of four expert groups under the Energy Working Group of APEC. It is the only group with a technology focus, covering renewable energy and some energy efficiency technologies. This expert group divided its work into eight "collaboratives". Canada leads on Collaborative 7: Web-Based Technical and Related Information on Renewable Energy.

In 1995, the Canada-European Union Agreement on Scientific and Technological Cooperation established a reciprocal relationship that permits Canadian researchers and research organizations to participate in EU consortia conducting research and technology development under the auspices of the EU Framework Program. This agreement assures equivalent access for EU researchers to Canadian programs.

The current agreement (1998-2002) consists of four thematic programs that include sustainable industrial growth, energy and the environment. Two projects address technology issues related to the conversion of biomass to energy.

Other bilateral agreements allow for cooperation between Canada and other countries on technology implementation such as:

- Small Hydro Turbines (with Poland)
- Small Hydro Control Systems and Site Rehabilitation (China)
- Solar Crop Drying (Brazil)
- Natural Gas Vehicles (Romania)
- Waste Gasification (Spain)
- Biomass Gasification (China)

In addition, Canada and Mexico are exploring bilateral cooperation, while Canada, Mexico and the United States are exploring trilateral cooperation.

7. Conclusions

The main conclusions of this report are summarised as follows:

- Renewable energy has grown in importance in Canada over the last 20 years. It currently accounts for 17 percent of the total primary energy supply.

- Hydroelectricity is the single most important source of renewable energy with about 11 percent of the total primary energy supply or over 60 percent of total electricity supply.

- Bioenergy accounts for about six percent of total primary energy in applications within the forest industry, electricity generation and residential heating.

- Emerging new renewable energy technologies such as energy from wastes, low-head hydro and energy from wind are growing in importance in terms of future energy contributions.

- Solar technologies are growing commercial opportunities in niche markets such as solar air heating, swimming pool water heating and photovoltaics for electricity supply in off-grid and remote applications.

- In the longer term, there are hopes that the contribution of renewable energy for gaseous and liquid fuels will also increase through the development of new technologies that promise to improve supply economics.

- With increasing interest in sustainable sources of energy to address climate change issues, renewable energy should continue to grow in importance. Significant new contributions in energy supply are expected from hydroelectricity, biomass and wind energy in the medium and longer terms.

- Various levels of government in Canada are continuing their support for research, development and commercialization of renewable energy sources with the objective to overcome economic and other barriers hindering adoption of these options. Under the recently announced Wind Power Production Incentive Program, the Government of Canada will provide financial support for the installation of 1000 MW of new wind energy capacity over the next five years.

- The Canadian renewable energy industry and other stakeholders understand the challenges they face but also see the opportunities for expanded use of their products and services, and are working hard to realise the potential market rewards.

Selected Bibliography

Primary Reports

1. International Energy Agency (IEA). *The Evolving Renewable Energy Market*, 1997, IEA, Paris.
2. Natural Resources Canada, *Energy in Canada 2000*, Ottawa
3. Natural Resources Canada, *Improving Energy Performance in Canada, 1999-2000*, Report to Parliament under the Energy Efficiency Act., Ottawa, 2001.
4. Natural Resources Canada, Energy Policy Branch, *Canada's Emissions Outlook: An Update*, Ottawa, December 1999.
5. Natural Resources Canada, Energy Policy Branch, *Canada's Energy Outlook: 1996-2020*, Ottawa, April 1997.
6. Natural Resources Canada, Energy Resources Branch, *Renewable Energy Strategy - Creating a New Momentum*, Ottawa, October 1996.
7. Statistics Canada, *Electric Power Generation, Transmission and Distribution*, 1999 Annual report, catalogue # 57-202, Ottawa, July 2001.
8. Statistics Canada, *Energy Statistics Handbook*, catalogue # 57-601, Ottawa, September 2001.

Additional Reports

9. *A Guide to Residential Wood Heating*, 1993, Natural Resources Canada, Ottawa
10. Agriculture and Agri-food Canada, *A Review of Poultry Manure Management: Directions for the Future, Annual Livestock Market Review*, 1999.
11. Braaten, R., Cantera Mining Limited, *Opportunities for Wood Energy for the Residential Sector - A Background Document*, prepared for Natural Resources Canada, January 1999.
12. Carpenter, S.C., Caffell, T., McClenahan, D. and A.M. Carpenter, *Active Solar Heating in Canada to the Year 2010*, CANMET Energy Technology Centre, Natural Resources Canada, Ottawa, 1992.
13. Clark, R. H., *Prospect for Fundy Tidal Power*, published in La Houille Blanche no 3- 1997.
14. Environment Canada, *An Assessment of the Physical, Economic and Energy Dimension of the Solid Waste Management in Canada*, prepared by Resource Integration Systems Ltd., March 1996.
15. Environment Canada, *Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada*, Ottawa, December 1997.
16. Government of Canada, *Ethanol as a Transportation Fuel in Canada*, prepared by the Interdepartmental Steering Committee on Ethanol, Ottawa, July 1998.
17. International Energy Agency, *Renewable Energy Policy in IEA Countries - Volume 1: Overview*, OECD, Paris 1997.

18. J. Richardson Consulting, *ENFOR: What Have We Learned?* A report prepared under contract for Science Branch, Canadian Forest Service, Natural Resources Canada. March 1999.
19. Jessop, Alan, *Geothermal Energy in Canada*, Geoscience Canada, Vol. 25 NO 1. 1998.
20. Maher, T. and Penny, J., *Heating Communities with Renewable Fuels - The Municipal Guide to Biomass District Energy*, prepared for Natural Resources Canada and United States Department of Energy, 1999.
21. Marbek Resource Consultants, *Ground Source Heat Pumps Assessment*, prepared for Natural Resources Canada, Ottawa, publication forthcoming in 1999.
22. Ministère de ressources naturelles du Québec, *L'énergie au service du Québec - une perspective de développement durable*, Charlesbourg, 1996.
23. Municipalities Table - Landfill Gas Sub-Committee, *Landfill Gas Subcommittee Foundation Paper*, Draft October 19, 1998
24. National Climate Change Process Analysis and Modelling Group. *Canada's Emissions Outlook: An Update*. Dec. 1999.
25. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, *Canada's Surplus Wood Residues*, prepared for the National Climate Change Process – Forest Sector Table, March 1999.
26. Natural Resources Canada, CANMET Energy Diversification Research Laboratory, *Photovoltaics for Buildings – Oportunities for Canada,* December 2001,Varennes, Quebec
27. Natural Resources Canada, CANMET Energy Technology Centre (CETC), *Renewable Energy: the Canadian Picture,Overview of Renewable Energy Technologies*, May 1998.
28. Natural Resources Canada, Energy Resources Branch, *Electric Power in Canada 1997*, Ottawa, 1999 (based in part on Statistics Canada data).
29. Peter Gogolek and Fernando Preto, *Status and Potential of Energy from Biomass in Canada*, CANMET - Natural Resources Canada paper for Combustion Canada '99.
30. Rangi, R., Templin, M., Carpentier, D. Argue, *Canadian Wind Energy Technical and Market Potential*, prepared for CANMET Energy Technology Centre, Natural Resources Canada, Ottawa, October 1992.
31. Régie de l'énergie, *Avis de la Régie de l'énergie au Minister d'état des ressources naturelles concernant la place de l'énergie éolienne dans le portefeuille énergétique du Québec*, Montréal, September 1998.
32. Roger Samson and Patrick Girouard, *Bioenergy Opportunities from Agriculture*, Resource Efficient Agriculture Production Canada 1998.
33. SGA Consultants, *Biomass Combustion Systems Market Assessment*, prepared for Natural Resources Canada, Dec. 1999.
34. *The Kyoto Protocol and Industry Growth Opportunities, 2002.* Input to the AMG Working Group. Produced by: Environmental Affairs Branch, Industry Canada
35. Thermoshare, *Biomass Energy in Canada With Emphasis on Electricity*, prepared for Natural Resources Canada, Ottawa, April 1998.

36. Wind Power Monthly News Magazine, Denmark, several issues.
37. World Energy Congress, *Renewable Energy Resources: Opportunities and Constraints 1990-2020*, July 1993.

Appendix A

Terms and Conversion Factors

The following abbreviations are commonly used:
K = kilo = 10^3
M = mega = 10^6
G = giga = 10^9
T = tera = 10^{12}
P = peta = 10^{15}
E = exa = 1018

The watt is a unit of measurement used for electricity. It is used to express the generating capacity and, when expressed on a per hour basis, actual production. For example:

kWh = kilowatt per hour
GWh = gigawatt per hour
MW = megawatt

The joule is a unit of energy that is used to comparing different forms of energy. For example:

MJ = megajoule
GJ = gigajoule
PJ = petajoule

In the case of electricity, the following conversions are used:

1 kWh = 3.6 MJ
1 GWh = 3.6 PJ/1,000

All monetary estimates are in Canadian dollars. The exchange in early 2002 was $US=1.6$C

Appendix B

Examples of Renewable Energy Companies and Technology Development Projects

By searching the web sites of associations mentioned earlier under each technology, one can find a complete list of companies involved in each field. By way of example, we provide the names of a few companies involved in renewable energy in Canada.

Hydroelectricity

SNC - Lavalin, Montreal, Quebec (Engineering/Management)
ACRES International, Oakville, ON (Engineering/Management)
Many other companies can be identified through the CEA network.

Bioenergy

IOGEN Corporation, Ottawa, ON (Ethanol Technologies)
ENSYN Group Inc., Ottawa, ON (Thermochemical Conversion)
ENERKEM Technologies Inc, Sherbrooke, Quebec, (Thermochemical Conversion)

Solar Energy

Conserval Engineering, Downsview, ON (Solar Air Heating)
Thermo Dynamics Ltd, Dartmouth, NS (Active Solar Systems)
Arise Technologies, Waterloo, ON (Manufacturer/Distributor)
ATS Automation Tooling Systems, Cambridge, ON (PV Modules and Manufacturing Technologies)
NewSun Technologies, Ottawa, ON (PV Production Equipment)
Soltek Solar Energy Ltd, Victoria, BC (PV Dealer/Distributor)
Matrix Energy Systems, Kirkland, Quebec (Dealer/Distributor)

Wind Energy

Polymarin – Bolwell Composites, Huron Park, ON (Wind Turbine Blades)
Dutch Industries Ltd, Regina, Saskatchewan (Wind Powered Pumpers)
Vision Quest Windelectric, Inc., Pincher Creek, Alberta (Wind Power Developers)
Groupement Éolien Québécois, Gaspé, Quebec (Large Turbines)
Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ), Varennes, Quebec (Technology Development),
Atlantic Wind Test Site, PEI (Wind Turbine Testing)

Examples of Technology Projects

Listed below are a few examples of technology development projects approved during the last two years under the Climate Change Technology Early Action Measures (TEAM) Program and related R&D programs such as the Program of Energy Research and Development (PERD):

Ethanol from Biomass Project

With its enzyme technology expertise, Iogen will produce ethanol at a lower cost than the grain ethanol currently employed in Canada, which only utilizes wheat or corn. Iogen anticipates this technology will lead to the widespread use of ten percent ethanol, blended with gasoline, as a motor vehicle fuel in Canada.

Turbine Power Generation System

Orenda is the first company in the world to successfully demonstrate the feasibility of a turbine power generation system for industry, which is capable of operating on liquid bio-oil fuel. This project will further advance the technology by developing and testing commercial-scale systems for engine operation on bio-fuel; redesigning and refining the combustion system; and developing specifications for a full commercial-level power generation system.

Green Diesel" from Biomass Pyrolysis Oil

To use Ensyn Technologies Inc.'s patented process to optimize and deploy a microemulsion technology that will allow bio-oils produced from the fast pyrolysis of cellulosic materials to be mixed with diesel. This bio-oil can be used for the production of heat and power, and as a ten percent blend in diesel fuel which would result in reduced greenhouse gas emissions.

Developing Photovoltaic Module Production Lines for Export

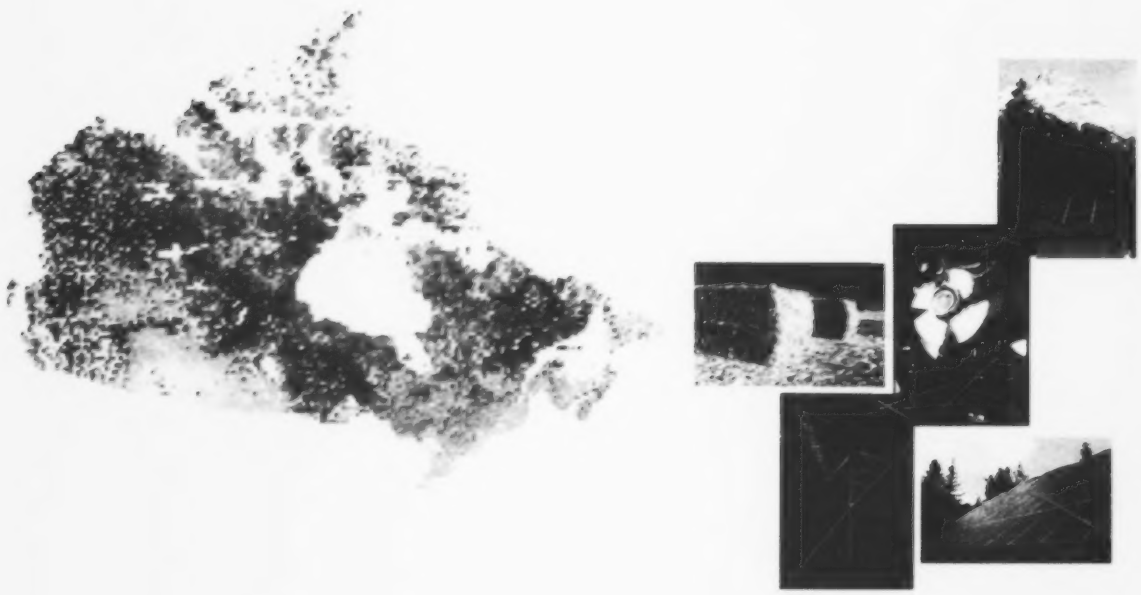
A project with Ontario based, ATS Automation Tooling Systems Inc. (ATS), to develop automated assembly lines to produce photovoltaic (PV) panels is underway. ATS will develop two production lines of varying degrees of automation.

Transfer of Small-Hydro Components to China

Powerbase Automation Systems Inc., will transfer its small automated turbine control unit to five small-hydro plants in China. Through improved energy efficiency and the displacement of energy produced by coal, the five demonstration sites will reduce carbon dioxide emissions by approximately 30 000 tonnes.

Nova Scotia Wind Energy Project

This project will show young Nova Scotians that wind energy could be a vital component in Canada's action to mitigate climate change and can be an important part of Nova Scotia's sustainable future.



Les énergies renouvelables au Canada
Rapport de situation 2002

Un rapport national
preparé pour le Groupe de travail sur les énergies renouvelables (GTEN)
de l'Agence internationale de l'énergie (AIE)

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada

Les énergies renouvelables au Canada
Rapport de situation 2002

Un rapport national
préparé pour le Groupe de travail sur les énergies renouvelables (GTEN)
de l'Agence internationale de l'énergie (AIE)

Rédigé pour :

Bureau de recherche et de développement énergétiques
Ressources naturelles Canada
Ottawa (Ontario), Canada K1A 0E4
mars 2002

Préparé par :

Stelios Pneumaticos
Orthologic Consulting
48 Promenade Eastpark
Ottawa (Ontario), Canada K1B 3Z9

Autorité scientifique :

Gilles Mercier
Bureau de recherche et de développement énergétiques
Ressources naturelles Canada
580, rue Booth, 14ième étage
Ottawa (Ontario), Canada K1A 0E4

Remerciements

Nous voulons remercier tous les agents de la Division de l'électricité et des énergies renouvelables de Ressources naturelles Canada pour avoir préparé la version provisoire du rapport qui donne un aperçu du marché des énergies renouvelables, sur lequel est basé le présent rapport. Le rapport intitulé *L'énergie au Canada en l'an 2000*, répertorié dans la bibliographie, contient des renseignements semblables. En outre, nous voulons remercier les nombreux spécialistes du Centre de la technologie de l'énergie de CANMET de Ressources naturelles Canada pour avoir fourni des renseignements précieux et examiné certaines parties du présent rapport.

Avertissement

Le présent rapport est distribué uniquement à des fins d'information et ne reflète pas nécessairement les opinions du gouvernement du Canada. Il ne constitue pas non plus une approbation d'un produit commercial ou des opinions d'une personne. Le gouvernement du Canada, ses ministres, ses représentants, ses employés et ses agents ne garantissent pas l'exactitude du présent rapport et n'assument aucune responsabilité à l'égard de ses retombées.

Autorisation de reproduction

L'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en totalité ou en partie et par tout moyen, sans frais et sans autre autorisation de Ressources naturelles Canada, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée dans le but d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, que Ressources naturelles Canada soit identifié comme étant la source de l'information et que la reproduction ne soit pas présentée comme une version officielle de l'information reproduite ni comme ayant été faite en association avec Ressources naturelles Canada ou avec l'approbation de celui-ci.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2003
N° de cat. : M92-264/2002
ISBN : 0-662-67111-2

Contient 40 p. 100
de matières recyclées

Table des matières

Résumé i

1. Contexte 1

2. Aperçu de l'industrie canadienne des énergies renouvelables 5

3. La situation et les possibilités des diverses sources énergétiques 9
   - 3.1 L'hydroélectricité 9
   - 3.2 L'énergie marémotrice 11
   - 3.3 La bioénergie 12
     - 3.3.1 La bioénergie provenant des activités de l'industrie forestière 13
     - 3.3.2 Le chauffage domestique à l'aide du bois 15
     - 3.3.3 L'énergie tirée des déchets 17
     - 3.3.4 La bioénergie de l'avenir 19
   - 3.4 L'énergie géothermique et les systèmes d'énergie de la Terre (SET) 21
   - 3.5 L'électricité produite à l'aide de l'énergie éolienne 22
   - 3.6 L'énergie mécanique produite à l'aide de l'énergie éolienne 25
   - 3.7 L'énergie solaire 25
     - 3.7.1 L'énergie solaire active 25
     - 3.7.2 L'énergie solaire passive 28
     - 3.7.3 L'énergie photovoltaïque solaire 29

4. Un aperçu de l'avenir - Les obstacles et les facteurs politiques 31

5. Les programmes à l'appui des énergies renouvelables 33
   - 5.1 Les programmes et les budgets de R-D 33
   - 5.2 Les programmes de commercialisation 35

6. Les activités de coopération internationale 39

7. Conclusions 41

Bibliographie sommaire 43

Annex A - Termes et facteurs de conversion 45

Annex B - Entreprises liées aux énergies renouvelbles et exemples de projets de développement technologique 47

Résumé

Actuellement, 17 % de l'approvisionnement du Canada en énergie primaire provient de ressources énergétiques renouvelables. Il s'agit d'un gros pourcentage, puisque l'approvisionnement total en énergie primaire est d'environ 11 exajoules (EJ) par année. L'hydroélectricité est la source unique la plus importante des ressources énergétiques renouvelables, représentant environ 11 % du total de l'énergie primaire et plus de 60 % de l'électricité produite, soit environ 342 000 GWh par année. La biomasse est la deuxième ressource énergétique renouvelable, représentant environ 6 % (plus de 620 pétajoules/a) de l'énergie primaire totale. La quantité d'énergie tirée de l'hydroélectricité a augmenté d'environ 15 % au cours de la dernière décennie et celle tirée de la bioénergie, de 35 %. La quantité des énergies renouvelables produites à l'aide de nouvelles technologies, par exemple l'énergie provenant des déchets, l'éthanol provenant des céréales et l'électricité provenant de l'énergie éolienne et photovoltaïque, commence à croître. Actuellement, ces technologies permettent de produire plus de 20 pétajoules d'énergie primaire par année.

Les matières premières bioénergétiques comprennent le bois de chauffage, les déchets issus de la transformation du bois, le méthane provenant des gaz d'enfouissement, les déchets solides municipaux, les déchets industriels et les biogaz provenant des eaux usées. Il existe dans ce domaine une autre source d'énergie importante : les déchets brûlés par l'industrie forestière en vue de produire de l'électricité, de la vapeur et de la chaleur. Le bois de chauffage des résidences et les gaz d'enfouissement constituent aussi des ressources énergétiques tirées de la biomasse, qui sont utilisées à plus petite échelle.

L'utilisation la plus rentable des systèmes de chauffage solaire actifs est le chauffage à basse température tel que le chauffage de l'eau domestique, le chauffage des piscines et le préchauffage de l'air de ventilation des installations commerciales ou industrielles. Actuellement, plus de 12 000 systèmes solaires servent à chauffer l'eau domestique, et environ 300 systèmes solaires sont en service dans les installations commerciales et industrielles. Le chauffage solaire peut aussi servir à chauffer l'eau utilisée dans les lave-auto, l'eau des piscines résidentielles, ainsi que l'eau distribuée dans les aires de récréation.

Au Canada, en 2000, la capacité installée des systèmes photovoltaïques (PV) se chiffrait à environ 7,2 MW. La plupart de cette capacité, qui s'accroît rapidement, est attribuable à des systèmes PV hors réseau dont le coût est plus avantageux que celui du prolongement du réseau ou de l'installation d'un générateur autonome classique. Ces systèmes sont habituellement utilisés pour produire de l'électricité aux fins des systèmes de télécommunications, des systèmes de pompage et de purification de l'eau, des systèmes de surveillance et de commande à distance, ainsi que des systèmes d'éclairage et de balisage de la garde côtière. En outre, le public manifeste un grand intérêt pour l'utilisation des systèmes PV dans les bâtiments.

La capacité installée totale des éoliennes s'accroît rapidement en raison du grand intérêt manifesté par le public et des programmes d'encouragement lancés par le gouvernement en vue d'atténuer le changement climatique. La capacité installée actuelle d'environ 200 MW devrait permettre de produire annuellement plus de 500 GWh d'énergie. En vertu du nouveau Programme d'encouragement à la production d'énergie éolienne, le gouvernement du Canada donnera, au cours des cinq prochaines années, une aide financière pour l'installation d'une nouvelle capacité de 1 000 MW en matière d'énergie éolienne.

Selon les prévisions actuelles, en 2020, la production d'énergie hydroélectrique devrait se chiffrer à environ 398 000 GWh, et la production d'autres énergies renouvelables, particulièrement la bioénergie et l'énergie éolienne, devrait également s'accroître considérablement. Le principal facteur de cette augmentation sera la nécessité d'atteindre les objectifs prévus dans le Protocole de Kyoto, qui consistent à réduire, d'ici 2010, les émissions de CO_2 de 6 % par rapport aux niveaux de 1990. Malgré ces augmentations, la part des énergies renouvelables dans la production totale d'énergie primaire au Canada ne devrait pas varier.

Les principaux obstacles à l'utilisation généralisée des technologies des énergies renouvelables au Canada sont d'abre économique et technologique. Cependant, il faut améliorer les normes et les règlements et mieux éduquer le public sur les avantages des énergies renouvelables.

Il existe, depuis plus de 25 ans, des programmes d'aide à la recherche-développement et à la commercialisation des énergies renouvelables, qui sont financés par divers paliers de gouvernement en vertu d'objectifs stratégiques précis. Les principaux organismes de financement sont le Bureau de recherche et de développement énergétiques pour la recherche-développement (R-D) et la Division de l'électricité et des énergies renouvelables de Ressources naturelles Canada pour le développement des marchés. Le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET de Ressources naturelles Canada est le principal organisme de recherche et de développement énergétiques.

1. Contexte

Les énergies renouvelables ont été beaucoup utilisées au Canada, particulièrement avant le XX^{e} siècle. En effet, on a utilisé pendant des siècles le bois pour le chauffage et la cuisson, ainsi que l'eau et le vent pour produire de l'énergie mécanique et plus tard de l'énergie électrique grâce à l'apparition de technologie pertinente. Les « énergies renouvelables » englobent plusieurs sources d'énergie qui ont peu de points communs sur le plan technologique, mais qui ont toutes la même caractéristique : elles produisent de l'énergie électrique, thermique ou mécanique sans appauvrir les ressources, qui sont en général l'eau, la biomasse, le vent, le soleil, la terre et les déchets. Les technologies des énergies renouvelables autres que celles qui sont utilisées aux fins de la production d'hydroélectricité et de la combustion classique de la biomasse sont souvent appelées « nouvelles technologies ». Dans le présent document, les « nouvelles technologies » désignent les plus récentes technologies utilisées pour produire de l'énergie à l'aide de la biomasse, du vent, du soleil, de la Terre et des déchets.

Toutes les technologies des énergies renouvelables visent à remplacer les combustibles classiques de façon durable et respectueuse de l'environnement en vue de maintenir et d'améliorer la qualité de vie de la population canadienne actuelle et future. Ce pays possède sur son vaste territoire d'immenses ressources renouvelables qui peuvent être utilisées pour produire de l'énergie, notamment le bois pour le chauffage domestique dans les régions rurales, les capteurs solaires pour le chauffage de l'eau domestique et de l'eau des piscines chez la classe moyenne, les centrales thermiques qui produisent, à l'aide des déchets de la biomasse, de la chaleur et de la vapeur à des fins industrielles et les centrales hydroélectriques qui produisent de l'électricité dans l'ensemble du pays. En outre, la production d'électricité à l'aide d'éoliennes et de systèmes photovoltaïques récents, ainsi que la production de combustibles gazeux et liquides grâce au traitement biochimique et thermochimique de la biomasse prennent de plus en plus d'importance et suscitent un intérêt grandissant.

Jusqu'à la fin du XIX^{e} siècle (tableau 1), le bois a été la principale source d'énergie au Canada. Au XX^{e} siècle, l'utilisation des combustibles fossiles facilement accessibles a mené à la révolution industrielle, à l'urbanisation et à l'expansion du transport. Alors que l'utilisation du bois a décliné pendant la première moitié du XX^{e} siècle, l'utilisation de l'hydroélectricité s'est accrue rapidement, ce qui a contribué en grande partie à l'électrification du Canada. Actuellement, les ressources renouvelables, principalement l'énergie hydraulique et la biomasse telles que le bois de chauffage et les déchets de bois, représentent environ 17 % de l'énergie primaire canadienne et génèrent une importante activité économique dans de nombreux secteurs de la société. Ce rendement classe le Canada parmi les chefs de file de la production d'énergies renouvelables. L'hydroélectricité produite à grande échelle, qui représente plus de 60 % de la production totale d'électricité, est la ressource renouvelable la plus importante du pays. La contribution de la biomasse a doublé au cours des 20 dernières années et représente environ 6 % de l'énergie primaire totale. En bref, les énergies renouvelables constituent un secteur important qui connaît une croissance continue grâce à l'évolution des technologies qui favorise l'apparition de nouvelles sources énergétiques.

Sur le plan stratégique, l'intérêt public pour les énergies renouvelables s'est manifesté et accru pendant les crises du pétrole des années 70 et du début des années 80. Les Canadiens, tout comme les citoyens des autres pays membres de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), s'intéressent depuis longtemps aux énergies renouvelables. Même si dans la plupart des provinces canadiennes, la plus grande partie de l'électricité provient de l'énergie hydroélectrique, la première crise du pétrole des années 70 a éveillé un grand intérêt pour toutes les ressources énergétiques renouvelables. À la fin des années 70, le gouvernement du Canada et la plupart des gouvernements provinciaux ont donné suite à cet intérêt et cherché comment remplacer le pétrole et d'autres combustibles fossiles par des ressources renouvelables. On découvrait, à ce moment, grâce à des études d'évaluation des ressources, que le Canada avait de grandes réserves matérielles de biomasse, ainsi que de nombreuses possibilités en matière d'énergie solaire, éolienne géothermique et d'autres énergies durables, qu'il pouvait mettre en valeur et commercialiser. Un certain nombre d'initiatives ont été lancées pour concevoir, élaborer, démontrer et commercialiser les technologies des énergies renouvelables. C'est au début des années 80 que le gouvernement du Canada a attribué le plus de fonds aux énergies renouvelables, soit environ 100 millions de dollars par année, pour accélérer l'élaboration des technologies et favoriser leur lancement sur les marchés.

En vertu des objectifs stratégiques changeants des initiatives liées à « l'autonomie énergétique », à « la sûreté de l'approvisionnement énergétique », à « la diversité énergétique », au « développement durable », à « l'assainissement de l'air » et au « changement climatique », les gouvernements du Canada ont lancé, au cours des dernières décennies, de nombreux programmes à l'appui des énergies renouvelables. Il s'agissait soit de programmes à frais partagés de recherche, de développement et de démonstration des nouvelles technologies énergétiques, soit d'incitatifs fiscaux qui en favorisaient la commercialisation. Des activités connexes ont aussi été entreprises, notamment l'information du public au sujet des avantages des énergies renouvelables, l'élaboration de normes et d'outils de formation et la simplification des règlements.

En plus du gouvernement fédéral qui attribue des fonds, les 10 gouvernements provinciaux et les deux gouvernements territoriaux du Canada jouent un rôle clé dans la mise en valeur et la commercialisation des énergies renouvelables. Alors que la compétence du gouvernement fédéral en ce qui a trait au marché de l'énergie vise le commerce et les équipements interprovinciaux et internationaux, les gouvernements provinciaux sont responsables de la production et de la distribution de l'énergie sur leur territoire. Les initiatives de réglementation qui visent à accroître la production doivent être lancées par les gouvernements provinciaux. Dans le cas de l'hydroélectricité, les gouvernements provinciaux, par l'entremise des services publics d'électricité, sont les principaux intervenants dans la mise en valeur et la gestion de ces ressources. Auparavant, les programmes provinciaux portant sur les nouvelles technologies des énergies renouvelables complétaient les initiatives du gouvernement fédéral. Ils consistaient principalement en des projets de démonstration ou en des initiatives d'information des consommateurs.

Même si la plupart de ces programmes ont été éliminés, quelques gouvernements provinciaux ont conservé des compétences et des programmes de base. Étant plus proches du milieu où se déroulent les projets, ils continuent d'apporter une aide précieuse en ce qui a trait à la sélection et à la surveillance des projets, ainsi qu'à la diffusion des résultats.

Les objectifs initiaux quant à la part détenue dans le marché canadien par les nouvelles technologies des énergies renouvelables étaient optimistes; le succès obtenu n'a pas toujours été à la hauteur des attentes. La lenteur des progrès technologiques, la plus grande disponibilité du gaz naturel et les faibles prix du pétrole ont modéré les attentes quant à l'acceptation rapide des nouveaux produits par le marché, particulièrement les produits basés sur les nouvelles technologies. L'avantage d'une telle situation est qu'au Canada, ce sont les applications rentables des énergies renouvelables qui ont connu une croissance constante, par exemple l'utilisation des déchets de la biomasse à des fins de production de chaleur et d'électricité, le chauffage solaire des piscines et les projets hydroélectriques innovateurs (moins de 20 MW). Voici de nouvelles technologies élaborées grâce à la R-D qui sont de plus en plus acceptées par le marché : le système canadien Solarwall^{MD} qui, à l'aide de capteurs solaires métalliques, transfère la chaleur au système de ventilation; les systèmes PV et les petits systèmes hybrides utilisés hors réseau; les éoliennes utilisées par les services publics; et les poêles à bois ayant un bon rendement énergétique. Une description plus complète de ces technologies est présentée plus loin.

Actuellement, on pense en général que les énergies renouvelables sont des ressources durables qui ont un nombre croissant d'applications, qui comportent de nombreux avantages sur le plan de la protection de l'environnement et qui augmentent les débouchés économiques locaux. Comme c'est le cas pour de nombreux pays membres de l'AIE, le Canada estime que la mise en valeur et la commercialisation des énergies renouvelables l'aideront à atteindre ses objectifs liés au Protocole de Kyoto, ainsi que d'autres objectifs mondiaux en matière d'environnement. Un grand nombre des programmes actuels qui visent à promouvoir les énergies renouvelables au Canada sont basés sur des attentes réalistes, et les intervenants impliqués connaissent mieux le délai requis pour parfaire les nouvelles technologies et concurrencer sur le marché.

Tableau 1

Pourcentage de la consommation énergétique du Canada selon la source						
Année	Pétrole	Gaz naturel	Charbon	Hydro-électricité	Énergie nucléaire	Bois et autres
1871	0,5	0,0	11,0	0,0	0,0	88,0
1900	1,0	0,0	51,0	0,0	0,0	47,0
1920	6,8	0,4	75,0	1,5	0,0	16,3
1940	20,1	2,7	57,5	6,5	0,0	13,2
1960	54,4	13,2	16,9	10,8	0,0	4,7
1980	50,1	21,4	11,5	9,9	1,6	5,5
1997	39,5	28,1	12,2	11,4	2,8	6,0
1998	41,6	26,4	13,0	10,9	2,3	5,7
1999	41,7	26,0	12,8	11,0	2,5	60

2. Aperçu de l'industrie canadienne des énergies renouvelables

Le Canada est un chef de file mondial de la production des énergies renouvelables, puisque environ 17 % de son approvisionnement en énergie primaire provient de ressources renouvelables. En comparaison, la moyenne pour les pays membres de l'AIE était de 6 % en 1996 (selon un rapport de l'AIE sur l'évolution du marché des énergies renouvelables). La production canadienne des énergies renouvelables est basée sur deux grandes ressources : l'eau et le bois.

L'hydroélectricité produite à petite et à grande échelle représente 11 % de l'approvisionnement du Canada en énergie primaire et plus de 60 % de la production totale d'électricité du pays. La plupart de l'hydroélectricité est produite dans de grosses centrales mises sur pied par les services publics d'électricité; diverses industries en produisent une petite quantité pour répondre à leurs besoins.

En 1999, la production d'électricité par les services publics et les gros producteurs industriels a atteint 341 944 GWh, ce qui représente, selon un prix de gros à la sortie de 0,03 $ par kilowattheure (KWh), environ 10 milliards de dollars. Un tiers de cette énergie, qui a une valeur à l'exportation d'environ 1 milliard de dollars, est exportée aux États-Unis sous forme d'énergie garantie ou d'énergie interruptible. Les autres sources d'énergie renouvelable sont la combustion classique de la biomasse et les sources considérées comme « nouvelles ». L'énergie tirée de la biomasse représente un pourcentage important (6 %) de l'approvisionnement du Canada en énergie primaire; elle provient de la combustion du bois et de ses sous-produits en vue de produire de la chaleur industrielle et de l'électricité, ainsi que d'assurer le chauffage des locaux. En outre, la biomasse provenant des céréales telles que le maïs et le blé, ainsi que des flux de déchets contenant du sucre ou de l'amidon permet de produire l'éthanol utilisé pour le transport. Diverses nouvelles technologies basées sur la conversion biochimique et thermique sont adaptées à une vaste gamme d'applications de la biomasse.

Il existe d'autres nouvelles sources d'énergie renouvelable, notamment l'énergie éolienne utilisée pour produire de l'électricité et de l'énergie mécanique, l'énergie de la Terre utilisée pour chauffer l'eau et pour chauffer et climatiser les locaux à l'aide d'une thermopompe, ainsi que l'énergie solaire utilisée pour produire de la chaleur et de l'électricité. Certains considèrent les petites centrales hydroélectriques indépendantes comme de nouvelles sources d'énergie, parce qu'au cours de la deuxième moitié du XX^{e} siècle, l'accent a été mis sur les projets de production à grande échelle. En outre, on est en train d'élaborer des technologies pour l'aménagement hydroélectrique de basse chute, c'est-à-dire pour les chutes dont la hauteur est inférieure à cinq ou six mètres. Dans ces deux domaines, la priorité est de réduire au minimum les retombées écologiques et environnementales des projets énergétiques en installant des turbines et des ouvrages de génie civil qui ne nuisent pas aux poissons.

Le tableau 2 présente des données sur la production d'énergie selon la source. Il existe des statistiques sur l'hydroélectricité et l'utilisation de la biomasse par les industries. Cependant, aucune enquête ne permet d'évaluer régulièrement la production d'énergie à l'aide des nombreuses nouvelles sources. C'est pourquoi le tableau 2 présente, à des fins de comparaison, des estimations fournies par des experts techniques qui travaillent dans ces domaines.

Tableau 2

Estimations de l'énergie primaire provenant de sources renouvelables, 1990 et 1999				
	Énergie électrique en GWh		Énergie thermique en PJ (intrants)	
	1990	**1999**	**1990**	**1999**
Énergie hydroélectrique	293 980	341 944		
Énergie marémotrice	26	29		
Électricité produite à l'aide de l'énergie éolienne	<1	222+		
Énergie photovoltaïque	<1	6+		
Biomasse				
Pâtes et papiers industriels – électricité provenant des déchets du bois et de la lessive de cuisson	2 099+	4 767+		
Production d'énergie par des producteurs indépendants – électricité provenant des déchets du bois	189	1 626		
Électricité provenant des décharges	0	670+		
Électricité provenant des déchets municipaux solides (DMS)	19	19		
Stations d'épuration des eaux d'égout	23	58		
Pâtes et papiers industriels – chaleur provenant des déchets du bois			376*	513*
Chauffage domestique			84	95
Énergie thermique provenant des décharges			N.D.	2,4
Énergie thermique provenant des DMS				12,0
Éthanol provenant de la biomasse				4,1
Énergie de la Terre				1,0
Chauffage solaire actif – chauffage (eau et locaux)			0.1	1,1
Production totale d'énergie renouvelable	296 338	349 341	460,1	628,6

+ La production actuelle est probablement plus élevée. En général, la production déclarée sous-estime les activités réelles, en raison de la difficulté de différencier les divers combustibles utilisés comme intrants.
* Énergie thermique totale du combustible utilisé; elle englobe la production d'électricité indiquée sous la rubrique « Pâtes et papiers industriels ».
N.D. : non disponible
Source : *Renewable Energy Market Overview 2000*, Statistique Canada et autres.

En 1999, les recettes brutes de l'industrie des nouvelles technologies se chiffraient à environ 1,4 milliard de dollars, dont 400 millions de dollars en exportations, et comptaient environ 3 700 travailleurs canadiens. Les ventes et le nombre d'emplois varient considérablement d'une année à l'autre, selon le nombre et l'ampleur des projets en cours.

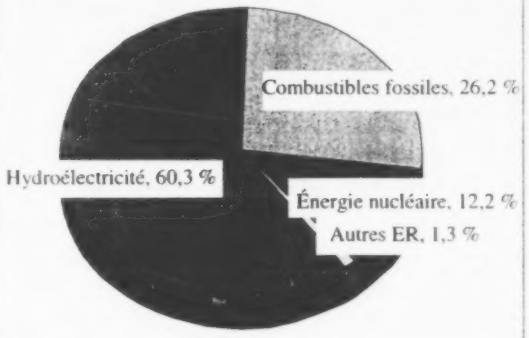
Dans l'industrie des nouvelles technologies des énergies renouvelables, les secteurs de l'énergie éolienne et de l'énergie photovoltaïque semblent être ceux qui offrent les meilleures possibilités de croissance à court et à moyen termes. La rentabilité accrue de ces technologies, la multiplication des marchés et le grand intérêt manifesté par le public favorisent le lancement de nouvelles initiatives stratégiques qui appuient les efforts de commercialisation. Compte tenu des progrès technologiques et du lancement d'autres initiatives liées au changement climatique, on fonde beaucoup d'espoir à long terme sur l'électricité et les combustibles liquides produits à l'aide des énergies renouvelables.

3. La situation et les possibilités des diverses sources énergétiques

3.1 L'hydroélectricité

En raison de ses abondantes ressources hydriques et de sa géographie, le Canada a de nombreuses possibilités de produire de l'énergie à faible coût. Il n'est donc pas surprenant que l'hydroélectricité ait joué un rôle majeur dans le développement économique du Canada. Au cours du XX^{e} siècle, on a construit de grosses centrales hydroélectriques partout au pays, ce qui explique la position dominante actuelle de cette source énergétique.

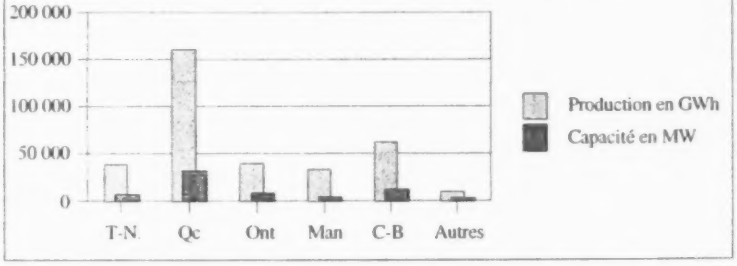
Figure 1 – Production d'électricité en 1999



Comme l'indique la figure 1, l'hydroélectricité est la principale source d'électricité au Canada (60,3 %), suivie par les combustibles fossiles et l'énergie nucléaire. Le Canada est le principal producteur mondial d'hydroélectricité (environ 342 000 GWh/a), suivi des États-Unis et du Brésil. Il a une capacité installée de plus de 67 GW, et le taux d'utilisation de cette capacité est de 50 % en raison de ses imposants réservoirs. Il est important de bien gérer les eaux de retenue, parce que c'est au printemps qu'il y a le plus d'eau en raison des précipitations et de la fusion de la neige et que c'est en décembre et en janvier que la demande est la plus forte en raison des besoins en chauffage.

Comme la figure 2 l'indique, la plus grande partie de l'hydroélectricité est produite dans la moitié des provinces canadiennes, et surtout au Québec. Les plus gros producteurs sont des services publics d'électricité appartenant aux gouvernements provinciaux tels que Hydro-Québec, BC Hydro, Newfoundland and Labrador Hydro et Manitoba Hydro. Ces services publics ont construit, partout au pays, des centrales hydroélectriques de production à grande échelle. Le complexe La Grande situé sur le côté québécois de la baie James est la plus grande centrale hydroélectrique du monde, ayant une capacité de plus de 15 000 MW.

Figure 2 - Production hydroélectrique selon la prov.



Outre les services publics d'électricité provinciaux, plusieurs industries possèdent et exploitent des installations hydroélectriques à leurs propres fins. Dans de nombreux cas, cette pratique remonte à la première moitié du XX^{e} siècle et précède l'électrification générale du Canada par les services publics d'électricité.

Une nouvelle tendance s'est dessinée récemment : la création d'une industrie de producteurs d'énergie indépendants au cours des années 80 et 90 à la suite de la déréglementation graduelle de l'industrie. Habituellement, ces producteurs vendent leur électricité aux services publics. Ils construisent des centrales de production à petite échelle - d'une capacité de 1 à 50 MW - et aident les services publics à répondre à la demande croissante. Ils représentent présentement environ 1 800 MW de la capacité de production installée et produisent quelque 9 000 GWh d'énergie par année.

Le coût de la production de l'hydroélectricité au Canada a toujours été l'un des plus faibles au monde, ce qui permet d'établir des prix de vente au détail très bas qui avantagent les clients du secteur résidentiel et du secteur industriel qui consomment beaucoup d'électricité, par exemple l'industrie de l'aluminium. Selon des estimations récentes, la construction d'autres centrales hydroélectriques pourrait permettre de diminuer encore le coût de la production d'électricité (de 0,03 $ à 0,045 $ par kWh).

Selon deux documents publiés par Ressources naturelles Canada Perspectives énergétiques du Canada 1996-2020 (1997) et *Perspectives des émissions du Canada : une mise à jour* (1999), la production hydroélectrique devrait augmenter d'environ 15 % pendant la période de 2000 à 2020, pour se chiffrer à 397 740 GWh/a, en raison de la construction de centrales au Québec, en Colombie-Britannique et au Manitoba. La demande croissante d'électricité, la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre et le coût compétitif de l'hydroélectricité contribueront certainement à favoriser la croissance de ce secteur. De fait, les ministres fédéraux et provinciaux de l'Énergie et de l'Environnement ont conclu en octobre 1998 que l'hydroélectricité peut jouer un rôle essentiel dans les stratégies nationales et internationales du Canada en matière de changement climatique. Pour avoir davantage de renseignements sur l'hydroélectricité au Canada, veuillez consulter le site Web de l'Association canadienne de l'électricité (www.canelect.ca).

3.2 L'énergie marémotrice

Le mouvement perpétuel des océans – les vagues et les marées - comporte une immense quantité d'énergie. Cependant, l'aménagement de cette énergie représente tout un défi. Il est possible de récupérer cette énergie en retenant dans des réservoirs l'eau océanique à marée montante, puis en la libérant dans des turbines hydroélectriques à marée descendante. Il n'existe dans le monde entier que quelques centrales marémotrices qui fonctionnent de cette façon. La plus importante est la centrale marémotrice située sur l'estuaire de La Rance en France, qui a une capacité de 240 MW. La deuxième est la centrale marémotrice d'Annapolis, située en Nouvelle-Écosse (Canada), qui a une capacité de 20 MW.

La baie située entre la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick est l'un des rares endroits du monde où la marée ascendante peut atteindre 10 mètres, et parfois même 16 mètres. À la suite des études de faisabilité réalisées pendant les années 60 et 70 et portant sur les possibilités offertes par la baie de Fundy en matière de production d'énergie marémotrice, on a construit à Annapolis la centrale marémotrice de démonstration à faible hauteur de chute. Cette centrale, mise en service en 1984, a une production annuelle d'environ 30 GWh.

Actuellement, l'utilisation de l'énergie marémotrice est considérée comme rentable seulement dans les endroits où les grandes marées et la situation géographique créent les conditions favorables à la construction d'une centrale marémotrice. Les estimations sur la capacité mondiale varient de modérées (100 GW) à audacieuses (1 000 GW). Au Canada, il existe des *possibilités* à plusieurs endroits. Les emplacements considérés comme les plus rentables sont situés sur la baie de Fundy; ils auraient une capacité totale de 8 500 MW et une production annuelle de 22 000 GWh.

Les préoccupations à l'égard de l'environnement, particulièrement les retombées sur les poissons migrateurs, les coûts d'immobilisation élevés et la nécessité de synchroniser la production d'énergie marémotrice et les charges requises par les services publics constituent d'importants défis qui réduisent les possibilités d'expansion à court terme de ce secteur.

3.3 La bioénergie

La **biomasse** est largement répandue dans le monde et représente une part importante des énergies renouvelables dans la plupart des pays. Au Canada, la bioénergie représente 6 % de l'énergie primaire; elle est donc la deuxième source d'énergie renouvelable après l'hydroélectricité. La combustion des déchets provenant de l'industrie des produits forestiers et de l'industrie des pâtes et papiers en vue de produire de l'électricité, de la vapeur et de la chaleur industrielles est une source importante de bioénergie. Le bois qui sert au chauffage domestique et les gaz d'enfouissement sont aussi des sources importantes de bioénergie utilisées à plus petite échelle. Les matières premières de la biomasse canadienne comprennent notamment le bois de chauffage, les déchets de la transformation du bois (souvent appelés *hog fuel* – copeaux - dans l'Ouest du Canada), le méthane provenant des gaz d'enfouissement, les déchets municipaux solides, les déchets industriels et les biogaz provenant des eaux usées. En outre, on se penche sur la création de nouvelles sources énergétiques et de nouveaux combustibles liquides à partir des débris végétaux, des plantations énergétiques à courte rotation et des cultures agricoles telles que le saule, le peuplier et le panic raide.

Tableau 3

Bioénergie – Production et possibilités selon la technologie						
Technologie	Production actuelle (1999-2000)		Possibilités matérielles		Expansion réaliste d'ici 2010	
	Énergie électrique GWh	Énergie thermique PJ	Énergie électrique GWh	Énergie thermique PJ	Énergie électrique GWh	Énergie thermique PJ
Industrie forestière (copeaux et lessive noire de cuisson)	6 393*	513		Grandes		12-30
Chauffage domestique		95		Grandes		
Énergie tirée des déchets	747	14	1 500	Grandes	600	
Nouvelles sources d'énergie (cultures, éthanol, etc.)		4,1	Grandes	Grandes		5+
Bioénergie totale	7 140	626	1 512+		600+	15-35

* Il s'agit de l'énergie électrique produite par la combustion de divers déchets. Elle est comprise dans le montant de 513 PJ indiqué à la colonne suivante pour l'énergie thermique provenant des copeaux et de la lessive noire de cuisson.

Le tableau 3 présente la contribution des principales technologies bioénergétiques. En raison de l'immense territoire du Canada, il existe de grandes *possibilités* matérielles pour produire d'autres produits chimiques et combustibles solides, gazeux et liquides, ainsi que de l'électricité à partir de la biomasse. Les principaux obstacles à la concrétisation de ces possibilités sont les coûts d'immobilisation initiaux des systèmes bioénergétiques, ainsi que les coûts d'exploitation liés aux biocombustibles. Lorsque l'on tient compte de tous les facteurs, il arrive souvent que le coût final par unité d'énergie produite ne puisse concurrencer le coût de l'énergie utile produite par les technologies des combustibles fossiles. Ainsi, comparativement à ces derniers (pétrole et gaz naturel), la densité énergétique du bois et d'autres végétaux est faible, alors que leur coût de collecte, de transport et de manutention par unité d'énergie est élevé. Contrairement aux combustibles fossiles, pour lesquels il existe des services publics, il n'existe pas pour les biocombustibles une infrastructure commune de distribution. Si l'on déployait des efforts pour réduire les coûts reliés à l'approvisionnement en bioénergie, on pourrait accroître considérablement le recours à la biomasse.

L'industrie liée aux activités bioénergétiques est diversifiée. Elle comprend des fabricants de chaudières, de poêles à bois, d'autres appareils de combustion et de combustibles tels que les granulés et les combustibles liquides, ainsi qu'un grand nombre de fournisseurs de bois de chauffage. Cette industrie emploie au total plusieurs milliers de travailleurs à temps plein ou à temps partiel.

3.3.1 La bioénergie provenant des activités de l'industrie forestière

L'énergie provenant de la biomasse forestière est souvent un sous-produit dérivé des nombreuses activités de l'industrie forestière canadienne. Ainsi, les déchets de bois, qui sont souvent des écorces, des sciures, des particules de rabotage, des sous-produits de la fabrication de la pâte et d'autres produits, proviennent des scieries (fabrication du bois d'œuvre), des usines de fabrication de meubles, de portes et d'ouvrages de menuiserie, ainsi que des usines de production de pâtes et papiers et de produits connexes. Ces déchets doivent être éliminés de la façon la plus économique et respectueuse de l'environnement possible. Auparavant, la plupart étaient brûlés dans des brûleurs spéciaux ou empilés à des fins de décomposition graduelle. La pénurie énergétique a mené à l'élaboration de technologies bioénergétiques modernes qui permettent la manutention et la combustion de ces déchets à des fins de production de chaleur, de vapeur et d'électricité. Dans de nombreux cas, les déchets supplémentaires dont on n'a pas besoin à un site de production sont envoyés à d'autres usines où ils sont utilisés comme combustibles. Habituellement, les industries du bois massif produisent plus de déchets que nécessaire pour répondre à leurs propres besoins énergétiques; elles vendent donc le surplus à des usines de pâtes voisines ou à des producteurs d'énergie indépendants. Ceux-ci possèdent de grosses chaudières qui sont alimentées par leurs propres déchets et par les déchets qu'ils achètent et qui produisent, à l'aide de turbines à vapeur, de la chaleur, de la vapeur et de l'électricité industrielles.

En 1999, l'utilisation des déchets de bois et de la lessive noire de cuisson a permis à l'industrie forestière canadienne de produire 513 PJ d'*énergie thermique*. Le plus important consommateur unique de la biomasse industrielle est l'industrie des pâtes et papiers. De fait, cette industrie comble la moitié de ses besoins énergétiques grâce à la bioénergie. Le deuxième consommateur de bioénergie est l'industrie du bois de sciage, qui utilise souvent les déchets de bois pour chauffer les séchoirs à bois.

Sur le plan de l'*énergie électrique*, l'industrie des pâtes et papiers a une capacité de production d'environ 1 500 MW grâce à ses centrales de cogénération. Habituellement, une usine a de grosses chaudières alimentées par les déchets de la biomasse et d'autres combustibles tels que le mazout et le gaz naturel. La vapeur ainsi produite sert à produire de l'électricité à l'aide de turbines à vapeur classiques; ce qui reste est utilisé pour d'autres procédés tels que le séchage.

Outre l'industrie des pâtes et papiers, plusieurs *producteurs d'énergie indépendants* sont apparus au cours des 20 dernières années; ils produisent de l'électricité grâce à la combustion des déchets de bois qu'ils se procurent habituellement auprès des scieries impatientes de s'en débarrasser. Il y a au Canada une douzaine de ces producteurs qui, grâce à une capacité installée d'environ 128 MW, vendent de l'électricité aux services publics d'électricité. Le plus important, situé à William Lake (Colombie-Britannique), a une capacité de 66 MW.

L'électricité totale produite par les usines de pâtes et papiers et par les producteurs d'énergie indépendants dépend de nombreux facteurs opérationnels, notamment la fluctuation de leur capacité à produire des déchets, les activités des consommateurs de déchets tels que les usines de pâtes et papiers, ainsi que le prix et la disponibilité des combustibles fossiles. La quantité d'électricité produite déclarée par Statistique Canada est assez faible compte tenu de la capacité installée (de 6 000 à 7 000 GWh), ce qui signifie que le système de déclaration est erroné ou que l'utilisation de la biomasse à des fins de production d'électricité dans les usines de pâtes et papiers est sporadique.

Il semble que dans l'ensemble, le recours à la bioénergie dans l'industrie ait augmenté d'un tiers au cours des 10 dernières années. Mais cette tendance a récemment changé en raison d'une baisse des prix de l'énergie et du prix net à la livraison des nouveaux systèmes bioénergétiques, qui est souvent supérieur à celui des combustibles fossiles. La moins grande disponibilité des déchets bon marché, les coûts d'immobilisation et d'exploitation élevés inhérents aux biocombustibles, les restrictions environnementales et les incertitudes réglementaires ont détourné l'attention vers l'efficacité énergétique et la conversion au gaz naturel. Les possibilités de multiplier les sources bioénergétiques semblent avoir diminué.

Les analyses sectorielles effectuées en 1999 dans le cadre de l'Initiative du changement climatique, qui visaient à repérer les possibilités de réduction du CO_2 et d'autres émissions, ont permis d'obtenir une analyse des options qui s'avérait indispensable. Ces évaluations effectuées par 15 tables de concertation consistaient en des discussions par des groupes d'experts et en l'élaboration d'un rapport sur les options pour chaque domaine. En ce qui a trait à la bioénergie provenant des ressources forestières, on a conclu que l'utilisation des déchets excédentaires produits par les scieries permettraient d'accroître de 12 à 30 PJ la contribution de la bioénergie. Cette nouvelle énergie viendra probablement d'installations de cogénération semblables à celles qui sont en service actuellement, où des déchets bon marché sont brûlés dans de grosses chaudières en vue de produire de la chaleur et de l'électricité. Cela ne sera possible que si les prix de l'énergie ou les prix de rachat sont plus élevés et tiennent compte des avantages des énergies renouvelables en ce qui a trait à la protection de l'environnement. On envisage de lancer de tels projets à plusieurs sites au Québec et dans l'Ouest du Canada, où la concentration de déchets est suffisante et la demande de chaleur à basse température, constante.

Il est à noter également que l'expansion du secteur de la bioénergie est tributaire des progrès technologiques réalisés au sein de l'industrie forestière. Ainsi, il semble que les déchets provenant des activités forestières diminuent depuis quelques années. En 1999, on a estimé que le total des déchets excédentaires annuels n'était que d'un peu plus de cinq millions de tonnes. Cette diminution semble résulter du fait que l'industrie forestière utilise davantage ses déchets (par exemple les sciures et les copeaux de qualité inférieure) pour produire de l'énergie, mettre en œuvre de nouveaux procédés tels que les nouvelles technologies de fabrication des pâtes et produire de nouveaux produits tels que les panneaux de fibres à densité moyenne. Il serait possible d'obtenir davantage de déchets forestiers, mais le coût à la livraison de ces combustibles n'est actuellement pas concurrentiel avec celui du gaz naturel et des produits pétroliers.

La Société canadienne de manufacturiers de chaudières regroupe les principaux fabricants de chaudières qui s'intéressent habituellement à ces projets. Pour avoir davantage de renseignements à ce sujet, veuillez consulter le site Web suivant :
(www.canadianboilersociety.ca)

3.3.2 Le chauffage domestique à l'aide du bois

L'utilisation du bois pour le chauffage domestique et la cuisson a une longue histoire au Canada et dans le monde. Même si actuellement la plupart des Canadiens préfèrent l'électricité et des combustibles tels que le gaz naturel et le mazout, le chauffage au bois fait encore partie de leur mode de vie. Environ un tiers des foyers canadiens sont munis d'appareils de chauffage au bois, le plus grand nombre se trouvant dans le Canada atlantique (particulièrement à Terre-Neuve et au Labrador) et le plus petit, dans les Prairies.

On utilise habituellement pour le chauffage domestique des poêles à bois autonomes, des systèmes de chauffage à air pulsé ou à eau chaude alimentés au bois, des foyers encastrables (munis d'une chambre de combustion de pointe), les foyers à haute efficacité et les corps de chauffe en maçonnerie à masse thermique élevée. Selon les résultats d'un sondage, plus de 1,5 million de Canadiens utilisent le bois pour le chauffage domestique et 1,5 million l'utilisent pour le chauffage d'appoint. En outre, on trouve souvent dans les plus vieilles maisons du Canada des cheminées à foyer ouvert, mais ceux-ci ne sont pas considérés comme des appareils de chauffage. Le bois rond est habituellement le combustible de choix, mais on a aussi recours aux copeaux de bois et aux granulés. Une grande partie du bois de chauffage est recueillie et préparée par l'utilisateur final. Les petits exploitants tels que les agriculteurs qui sont propriétaires d'une terre à bois peuvent aussi fournir du bois déjà coupé et prêt à être utilisé ou des billes qui seront coupées par l'acheteur. Selon Ressources naturelles Canada, la valeur en énergie primaire du bois utilisé pour le chauffage domestique est de 90 à 96 PJ/a.

Le chauffage domestique au bois est maintenant plus attrayant en raison des progrès technologiques réalisés au cours de la dernière décennie. Les nouveaux poêles à combustion catalytique libèrent une moins grande quantité de fumée et de polluants atmosphériques et réduisent d'environ 80 % les émissions de particules, comparativement aux poêles classiques fabriqués avant 1985. De plus, la combustion plus complète du combustible produit davantage de chaleur. Enfin, l'esthétique de ces nouveaux poêles s'est accrue, puisque de grandes fenêtres en vitrocéramique permettent maintenant aux propriétaires de voir la flamme sans sacrifier l'efficacité.

Dans de nombreux cas, le chauffage au bois est rentable. Plusieurs facteurs entrent en jeu. Il est important de trouver à proximité du bois de chauffage de grande qualité et à faible coût. Le prix des sources d'énergie classiques telles que le mazout, le gaz naturel et l'électricité est un autre facteur déterminant. Le prix élevé de ces combustibles incite grandement les propriétaires à utiliser le bois pour le chauffage d'appoint. Le faible nombre de gros fournisseurs de bois de chauffage, comme il en existe pour le mazout, le gaz naturel et l'électricité, nuit à l'adoption de cette option. Le chauffage au bois n'est pas limité par la disponibilité des ressources, puisque le Canada possède d'immenses ressources forestière dont seulement une petite partie est actuellement exploitée à des fins énergétiques. Il serait possible d'accroître le chauffage au bois domestique si le prix de l'énergie classique augmentait ou si l'approvisionnement en bois s'améliorait.

En plus d'être utilisé pour le chauffage domestique, le bois est utilisé pour le chauffage des **bâtiments commerciaux et institutionnels**. Cependant, il n'existe aucune donnée détaillée sur cette pratique. Il y a au Canada quelques systèmes énergétiques de quartiers alimentés à la biomasse. Le plus gros, d'une capacité de 1,2 MW, se trouve à Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard). Mis en service au milieu des années 80, ce système sert actuellement plus de 60 clients et 84 bâtiments à l'aide de déchets de scierie et de biomasse. Un système de chauffage alimenté au bois fournit, depuis 1992, la chaleur et l'eau chaude à tous les bâtiments du village cri québécois Oujé-Bougoumou.

Le chauffage à la biomasse est utilisé à plusieurs autres endroits, notamment dans les fermes, les magasins, les écoles et les hôpitaux des régions rurales, ainsi que dans les bâtiments gouvernementaux. Il s'agit dans la plupart des cas de petits systèmes dont la capacité va de 50 à 300 KW.

Pour avoir davantage de renseignements sur le chauffage domestique au bois, veuillez consulter le site Web suivant : www.nrcan.gc.ca/es/erb/reed/wood.

3.3.3 L'énergie tirée des déchets

La bioénergie dérivée des déchets gagne en popularité au Canada. La récupération de l'énergie provenant des gaz d'enfouissement, des biogaz de diverses sources et de la combustion des déchets solides municipaux semble être le moyen le plus raisonnable de régler un problème environnemental. Actuellement, l'énergie totale dérivée des déchets est d'environ 747 GWh (tableau 3); cette quantité pourrait doubler au cours de la prochaine décennie.

Les **gaz d'enfouissement (GE)** provenant des décharges municipales contiennent environ 50 % de méthane (CH_4) et 50 % de dioxyde de carbone (CO_2), ainsi que quelques composés à l'état de trace. Il s'agit d'une source importante de méthane d'origine anthropique qui représente 21 % des émissions canadiennes de méthane. Le potentiel du méthane, en ce qui a trait au réchauffement de la planète, est 21 fois plus grand que celui du CO_2. Les gaz d'enfouissement peuvent être gérés de deux façons après avoir été capturés : ils peuvent être brûlés à la torche ou utilisés comme source d'énergie. Le brûlage à la torche convertit le méthane en CO_2, un gaz moins dommageable en ce qui a trait au réchauffement planétaire. Cette méthode permet en outre d'éliminer les problèmes d'odeur et de détruire les contaminants. L'utilisation des gaz d'enfouissement pour produire de l'énergie permet, en plus de régler ces problèmes, de conserver des sources d'énergie non renouvelable.

En 1999, on a capturé, au Canada, 290 kilotonnes de méthane qui ont été soit brûlées à la torche, soit utilisées pour produire de l'énergie. Ces pratiques ont permis de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'environ six millions de tonnes d'équivalent CO_2 (6Mt CO_{2e}), ce qui produit le même effet que le fait de retirer de la route 1,5 million de voitures! Environ 97 % du méthane capturé à des fins énergétiques a été utilisé pour produire de l'électricité vendue à des services publics. En 1999, la capacité installée de production d'électricité se chiffrait à 86,8 MW. Cette capacité utilisée à 90 % permettrait de produire environ 670 GWh d'électricité par année.

Selon le rapport sur les options présenté par la Table des municipalités, il est possible de doubler la quantité des gaz d'enfouissement capturés dans les décharges canadiennes, qui passerait de 6 à 12 Mt de CO_2 par année. Cette mesure encouragerait la production d'électricité à partir des gaz capturés et réduirait en conséquence la nécessité de produire de l'électricité à partir d'autres sources.

En outre, on peut produire du méthane par digestion anaérobie pendant le traitement des eaux usées et des effluents industriels. Ce processus dissout les solides biologiques produits par un système d'épuration des eaux usées. Plus de 78 % des Canadiens ont actuellement un réseau d'égouts branché à une station d'épuration des eaux usées. Dans la plupart de ces stations, une partie du méthane produit sert à chauffer le digesteur. Dans au moins neuf stations, le méthane est utilisé en cogénération. La capacité installée totale est estimée à 17 MW, et la production annuelle, à 58 GWh.

Pour avoir davantage de renseignements à ce sujet, veuillez consulter le site Web de la Landfill Gas Industry Alliance (http://www.lfgindustry.org).

La combustion directe est une solution de rechange aux sites d'enfouissement des déchets solides municipaux. Au Canada, environ six incinérateurs municipaux sont munis d'installations de récupération de l'énergie, qui brûlent 1,2 million de tonnes de déchets solides dont la teneur en énergie primaire est de 12,5 PJ. Certaines produisent de la vapeur qui est vendue à des entreprises avoisinantes. En outre, il est possible de produire de la vapeur et de l'électricité en mode de cogénération. On estime qu'après les pertes dues à la transformation, l'énergie produite par ces installations est de 6,3 PJ.

Au Canada, on a eu tendance à choisir comme méthode d'élimination des déchets l'enfouissement plutôt que la combustion en raison du grand nombre de terrains disponibles. En outre, d'anciens incinérateurs ont soulevé chez le public des préoccupations au sujet des émissions atmosphériques, en partie parce qu'ils n'étaient pas munis de dispositif antipollution. Cependant, cet obstacle ne devrait plus exister, parce que les incinérateurs municipaux modernes sont exploités de façon adéquate, ont un bon rendement et n'émettent que peu d'émissions atmosphériques.

Nous ne savons pas si d'autres installations de récupération de l'énergie seront construites, mais la difficulté de trouver des lieux de décharge nous amènera probablement à envisager cette option. De nombreuses possibilités à cet égard font l'objet d'une évaluation dans le cadre des nouveaux programmes du gouvernement du Canada liés à ses politiques en matière de changement climatique. Le Programme des fonds municipaux verts, doté d'un budget de plus de 125 millions de dollars, permettra d'effectuer des évaluations et de contribuer aux projets qui aideront les municipalités du Canada à améliorer leurs infrastructures aux fins de la protection de l'environnement. Plusieurs projets porteront sur la récupération de l'énergie provenant des déchets.

Les **débris végétaux** provenant des grandes plantations de céréales et de graines à canaris situées dans le sud du Manitoba et ayant des surplus de paille sont brûlés sur les fermes. Il a été estimé que le total des déchets agricoles canadiens qui pourraient être utilisés à des fins de production d'énergie contiennent l'équivalent de plusieurs centaines de PJ.

Agriculture et Agroalimentaire Canada reconnaît que les déchets d'animaux (fumier) provenant des gros élevages posent des problèmes d'élimination et produisent environ 3,4 % des émissions de GES du Canada. Le pouvoir calorifique du fumier sec utilisé convenablement se situe entre 14 et 18 gigajoules par tonne, et le total de l'énergie disponible est de 42 PJ/a.

3.3.4 La bioénergie de l'avenir

Comme nous l'avons mentionné plus haut, en raison de son vaste territoire et de ses connaissances dans le domaine de la foresterie et de l'agriculture, le Canada a la possibilité de combler une plus grande partie de ses besoins énergétiques à l'aide de la biomasse renouvelable. Les **plantations de biomasse** représentent des sources d'énergie durable lorsque la croissance et la collecte des plantes sont faites selon les principes du développement durable. Au cours des années 80, quelques plantations expérimentales ont été créées au Canada pour sélectionner et mettre à l'essai des espèces de bois dur et des clones, améliorer la productivité grâce à l'hybridation et assurer la transformation génétique et la fixation de l'azote pour de nombreuses cultures arbustives à rotation courte, notamment les saules et les peupliers. Même si ces plantations ont permis de prouver qu'il est possible de créer des cultures bioénergétiques, aucune vente d'énergie n'a encore eu lieu.

De même, des plantations expérimentales ont été créées et surveillées à des fins de cultures agricoles, par exemple le panic raide et d'autres graminées. Il y a au Canada plus de 20 millions d'hectares qui peuvent être utilisés à des fins de cultures énergétiques. Cependant, il reste à déterminer les possibilités exactes et les ressources de ces plantations. Bien qu'on ait obtenu des résultats impressionnants, il faut maintenant examiner de nombreuses questions technologiques et économiques. P our avoir un résumé des activités entreprises dans le cadre du programme Énergie de la forêt (ENFOR), veuillez consulter le site Web suivant : http://www.nrcan-rncan.gc.ca/cfs-scf/science/enfor/index_e.html.

Il est possible d'ajouter à l'essence (jusqu'à un pourcentage maximal de 10 %) l'**éthanol** provenant de la fermentation et de la distillation de plantes agricoles. Cette essence peut ensuite être utilisée dans les moteurs à combustion interne sans qu'il soit nécessaire de les modifier. Il y a actuellement au Canada environ 1 000 stations-service qui offrent de l'essence ayant une teneur en éthanol de 5 à 10 %, selon le détaillant et les exigences provinciales. Il faudra cependant modifier les moteurs classiques pour pouvoir utiliser du carburant ayant une forte teneur en éthanol ou composé uniquement d'éthanol. Certains fabricants d'automobiles nord-américains offrent maintenant des véhicules qui acceptent de l'essence ayant une teneur en éthanol allant jusqu'à 85 %, appelée E85. Cependant, aucune station publique n'offre ce carburant. Ressources naturelles Canada possède l'une des quelques stations privées où l'on trouve de l'essence E85, qu'il utilise pour ses véhicules.

Au Canada, cinq usines situées au Manitoba, en Saskatchewan et en Ontario produisent, à partir du maïs ou du blé, l'éthanol utilisé pour le transport. En se basant sur la capacité de production installée en 1998, on peut estimer la production annuelle d'éthanol à 215 millions de litres. Au Québec, on produit annuellement environ 15 millions de litres d'éthanol à partir des déchets provenant du procédé de fabrication de la pâte. Chaque année, environ 164 millions de litres d'éthanol, représentant une valeur énergétique de 4,1 PJ, sont ajoutés à l'essence.

On planifie actuellement la construction de quelques usines de production d'éthanol en Ontario, dans l'ouest du Canada et au Québec. Si ces projets se concrétisent, la production d'éthanol-carburant augmentera considérablement pour atteindre environ 500 millions de litres au cours des prochaines années. Comme c'est le cas pour les usines actuelles, les nouvelles usines produiraient de l'éthanol à partir de matières premières à base d'amidon telles que le maïs et le blé. La technologie requise pour ce faire a atteint un point de maturité. Cependant, le coût de l'éthanol ne peut concurrencer celui de l'essence. La production d'éthanol est possible en partie grâce aux incitatifs fiscaux offerts par les gouvernements fédéral et provinciaux.

Pour que le prix de l'éthanol concurrence celui de l'essence sans qu'il soit nécessaire de subventionner sa production, on réalise des projets visant à élaborer des technologies qui permettraient de produire de l'éthanol à partir de l'abondante et peu coûteuse biomasse cellulosique, par exemple le bois ou les déchets de cultures agricoles. Le faible coût de cette matière première permettrait de réaliser d'importantes économies. On créerait des « bioraffineries » qui permettraient d'obtenir une vaste gamme de carburants et de produits chimiques grâce à l'utilisation optimale de la matière première. On vise actuellement à produire chaque année, au cours des 10 à 15 prochaines années, de 200 à 400 millions de litres d'éthanol à un coût équivalent à celui de l'essence provenant du pétrole, dont le prix est de 32 $ le baril (environ 20 $US le baril).

Pour avoir davantage de renseignements sur la production d'éthanol au Canada, veuillez consulter le site Web de l'Association canadienne des carburants renouvelables (http://www.greenfuels.org).

3.4 L'énergie géothermique et les systèmes d'énergie de la Terre (SET)

Dans plusieurs régions du Canada, particulièrement dans les provinces de l'Ouest, la croûte terrestre contient une véritable énergie géothermique. Après une exploration initiale de la possibilité d'utiliser la vapeur provenant de cette ressource pour produire de l'électricité, les activités de recherche se sont arrêtées. Depuis peu, l'expression « géothermique » ou « énergie de la Terre » désigne la technologie utilisée pour climatiser les locaux et chauffer l'eau domestique. Elle contient des canalisations qui permettent de capturer la chaleur provenant du sol ou de l'eau et d'en élever la température à l'aide d'une thermopompe.

Aux fins du chauffage ou de la climatisation d'un bâtiment, une pompe géothermique ou une thermopompe puisant l'énergie dans le sol utilise comme principale source et puits de chaleur la terre ou l'eau qui se trouve sous la surface du sol et qui est chauffée par le soleil. La chaleur naturelle de la terre ou de l'eau est absorbée par un liquide, un fluide caloporteur circulant dans des serpentins souterrains et se rendant jusqu'au bâtiment. Une thermopompe permet ensuite d'accroître la température de cette chaleur de façon à ce que la pièce soit confortable. Lorsqu'il faut climatiser, le système fonctionne en sens inverse : la chaleur est transférée à la terre ou à l'eau dont la température est plus basse, puis est transportée de nouveau vers le bâtiment, où elle refroidit les pièces. Grâce aux pompes géothermiques, la terre ou l'eau souterraine est une source de chaleur en hiver et un « puits » qui absorbe la chaleur de l'air intérieur en été. C'est pourquoi les pompes géothermiques sont connues sous le nom de « systèmes d'énergie de la Terre (SET) ».

Les SET sont des appareils de production d'énergie primaire. Bien que de l'énergie électrique soit requise pour faire fonctionner le circuit et la thermopompe, les SET produisent habituellement de trois à quatre unités d'énergie par unité d'intrant énergétique. Il y a environ 30 000 SET résidentiels au Canada. Les ventes annuelles ont atteint un sommet au début des années 90, principalement en raison du programme d'encouragement lancé par Ontario Hydro. À cette période, celui-ci offrait des incitatifs financiers pour l'installation de pompes géothermiques dans des résidences qui n'avaient pas accès au gaz naturel.

Au Canada, la vente des SET représente moins de 1 % du marché total du chauffage, de la ventilation et de la climatisation. Selon une étude sur le développement des marchés réalisée récemment pour l'industrie, de 1 500 à 2 200 appareils sont vendus et installés chaque année. Environ les deux tiers sont destinés au secteur résidentiel, principalement aux nouvelles maisons, et un tiers, aux secteurs commercial et institutionnel. La valeur installée totale de ces appareils est d'environ 10 millions de dollars. Ce sont la Colombie-Britannique, l'Ontario, la Nouvelle-Écosse, le Manitoba et le Québec qui accaparent la plus grande part de ce marché.

Les principaux obstacles à la commercialisation rapide des SET sont d'ordre économique. En effet, leur coût d'immobilisation est plus élevé que celui de systèmes concurrentiels en raison de l'installation d'un circuit souterrain, ce qui peut décourager d'éventuels acheteurs. Cependant, leurs coûts d'exploitation et d'entretien sont nettement plus bas, et ils comportent des avantages en ce qui a trait à leur cycle de vie. Il faut évaluer la rentabilité des SET en les comparant à d'autres méthodes de chauffage et de climatisation. Ils sont particulièrement intéressants dans les régions où le coût du mazout et de l'électricité est élevé.

Il existe d'autres obstacles, notamment une méconnaissance généralisée de la technologie, des coûts transactionnels plus élevés en raison des lacunes dans l'infrastructure de commercialisation, ainsi que la complexité et l'incompatibilité des normes et des procédures d'essai.

Pour avoir davantage de renseignements sur les systèmes d'énergie de la Terre offerts au Canada, ainsi que sur les entreprises membres de la Société canadienne de l'énergie du sol, veuillez consulter le site Web suivant : (http://www.earthenergy.ca/conta.html).

3.5 L'électricité produite à l'aide de l'énergie éolienne

L'énergie éolienne est, parmi les technologies des énergies renouvelables, celle qui connaît la croissance la plus rapide au monde. Elle est presque universellement reconnue comme la technologie la plus prometteuse pour produire de l'électricité propre à court et à moyen termes. Grâce aux progrès techniques, aux innovations en matière de commercialisation et au financement à un faible taux d'intérêt, la capacité est passée d'environ 2 000 MW en 1990 à plus de 20 000 MW en 2001. Actuellement, les ventes annuelles d'éoliennes et d'équipement connexe ont une valeur de plus de 5 milliards de dollars. Les installations récentes visent principalement l'Europe, en raison des prix de l'électricité qui y sont plus élevés et de l'engagement pris à l'égard du Protocole de Kyoto. Au Danemark 12 % de l'approvisionnement national en électricité provient de l'énergie éolienne, et le gouvernement danois exige que cette contribution atteigne 50 % d'ici 2020.

L'intérêt du Canada pour la production d'électricité à l'aide de l'énergie éolienne s'est ranimée à la suite des crises du pétrole des années 70 et 80. Les premières tentatives pour quantifier la ressource matérielle étaient basées sur les données météorologiques existantes; on prévoyait une production d'environ 28 000 MW, qui répondrait à 11 % des besoins en électricité du Canada. Ces estimations étaient basées sur la proximité des éventuels parcs d'éoliennes et des lignes de transport d'énergie existantes. Des études plus récentes sur les ressources locales laissent à penser que ces estimations sont prudentes.

Au Canada, le premier parc commercial d'éoliennes a été créé il y a environ 10 ans à Cowley Ridge, près de Pincher Creek, dans le sud de l'Alberta. La capacité de ce parc a doublé et atteint maintenant plus de 40 MW. Les autres installations du sud de l'Alberta ont une capacité totale de 60 MW. En 1998-1999, un parc d'éoliennes (le Nordais), d'une capacité de 100 MW, a été construit sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, dans la péninsule de Gaspé (Québec). Ce parc compte 134 éoliennes qui ont chacune une capacité de 750 kilowatts. L'électricité produite (environ 300 000 MWh/a) est vendue à Hydro-Québec au prix de 0,058 $ par KWh en vertu d'un contrat à long terme.

En 2001, on a commandé la construction d'un parc d'éoliennes de 5 MW sur l'Île-du-Prince-Édouard, afin de tirer partie des forts vents du golfe Saint-Laurent. Suncor et Enbridge, deux grosses entreprises de combustibles fossiles de la Saskatchewan, sont en train de terminer la construction, près de Gull Lake, d'un parc d'éoliennes de 11 MW appelé SunBridge. L'électricité produite sera vendue, par l'entremise du service public d'électricité de la Saskatchewan, SaskPower, aux bureaux du gouvernement fédéral situés dans la province. En juin 2001, SaskPower a annoncé la construction d'un deuxième parc d'éoliennes de 5,3 MW, qui approvisionnera en électricité les installations du gouvernement de la Saskatchewan et le siège social de SaskPower. La capacité excédentaire sera offerte aux clients de SaskPower. Ces parcs d'éoliennes devraient accroître la production d'énergie verte au profit de tous les habitants de la Saskatchewan. Le deuxième parc d'éoliennes devrait être opérationnel en août 2002. Un programme d'énergie verte similaire a été lancé à l'Île-du-Prince-Édouard (au début de 2002) et vise plus de 200 clients.

Plusieurs autres éoliennes individuelles ont été récemment installées au Canada, souvent dans le but d'explorer la pertinence du site pour la création d'un parc d'éoliennes, faisant grimper la capacité installée totale à environ 200 MW et la production annuelle d'énergie prévue à plus de 500 GWh.

Jusqu'à maintenant, le caractère incertain du marché de l'énergie éolienne a nui à l'établissement de grosses entreprises canadiennes de fabrication d'éoliennes. Néanmoins, l'industrie éolienne canadienne compte actuellement environ 50 entreprises, emploie quelque 300 travailleurs et génère des ventes annuelles d'une valeur approximative de 18 millions de dollars. Comme la capacité en matière d'énergie éolienne s'accroît, la valeur de ces ventes augmentera rapidement. La fabrication de petites éoliennes et de composants importants d'éoliennes servant les services publics, notamment les tours et les pales en fibre de verre, ainsi que la réalisation sur place de tous les travaux de génie civil et électrique sont assurés par des entreprises canadiennes. Grâce aux nouvelles initiatives annoncées par le gouvernement du Canada il y a quelques mois, l'industrie canadienne de l'énergie éolienne envisage l'avenir avec optimisme.

Au Canada, bien que les sources d'électricité traditionnelles, abondantes et peu coûteuses, continueront d'influer sur l'expansion du secteur de l'énergie éolienne, cette option devrait prendre de l'importance en raison des préoccupations publiques et politiques grandissantes à l'égard de l'environnement et de l'engagement pris à plusieurs reprises par le gouvernement du Canada de réaliser les objectifs du Protocole de Kyoto. Les avantages industriels et sociaux que comportent les sources indigènes d'énergie durable constituent des arguments supplémentaires en faveur de l'expansion du secteur de l'énergie éolienne. En 2001, l'Association canadienne de l'énergie éolienne a publié un plan proposant l'installation, d'ici 2010, d'une capacité de 10 000 MW en vue de produire de l'électricité à l'aide de l'énergie éolienne. Dans son dernier budget, le gouvernement fédéral a réservé un montant de 260 millions de dollars sur 15 ans pour encourager cette production. Il est en train de finaliser le programme d'encouragement à la production d'énergie éolienne. Par ailleurs, il devrait offrir, au cours des cinq prochaines années, une aide financière pour l'installation d'une nouvelle capacité de 1 000 MW en matière d'énergie éolienne.

En outre, le gouvernement fédéral et certains gouvernements provinciaux se sont engagés à répondre à une certaine partie de leurs besoins en matière d'énergie en achetant de l'électricité produite à l'aide de ressources durables. Malgré le bouleversement amené par la déréglementation, plusieurs services publics provinciaux ont manifesté de l'intérêt pour l'énergie éolienne. Les acheteurs au détail pourraient se voir offrir cette option d'approvisionnement, soit à la suite de la déréglementation dans certaines provinces, soit à la suite d'une décision prise par un service public. Ainsi, depuis l'automne 1998, Enmax, le service public d'électricité de la ville de Calgary, offre, à un tarif précis, de l'énergie éolienne à ses clients du secteur résidentiel. Hydro-Québec s'intéresse également à cette option : dans son récent plan stratégique (octobre 2001), il annonçait que l'achat d'électricité produite à l'aide de l'énergie éolienne pourrait atteindre 50 MW par année d'ici 2004 ou 2005. Le prix prévu de cette électricité est de 0,05 $ à 0,06 $ par KWh. Parallèlement à ces initiatives, le gouvernement du Québec, dans son budget de novembre 2001, annonçait qu'il accorderait une aide supplémentaire aux projets de construction de parcs d'éoliennes lancés par le secteur privé et favorisant la création d'emplois. En plus des éoliennes connectées au réseau de distribution principal, il existe un marché pour de plus petites éoliennes (dont la capacité est inférieure à 1 MW) destinées aux centrales de production d'électricité alimentées par un système hybride diesel-éolien et situées dans de petites collectivités qui ne sont pas servies par les principaux réseaux d'électricité. Ces éoliennes nécessitent une attention spéciale en raison des conditions climatiques difficiles du Nord, ainsi que des procédures d'installation et d'entretien qui sont compatibles avec l'équipement et les compétences disponibles dans ces régions. Bien qu'ils soient importants parce qu'ils génèrent une activité industrielle et réduisent la pollution dans les régions éloignées, ces systèmes ne contribuent pas de façon significative à l'approvisionnement énergétique régional ou national.

Enfin, il existe un marché de petites éoliennes autonomes destinées aux chalets, aux stations de relais, aux phares de navigation et à d'autres applications similaires.

En raison du grand intérêt public, de leur rentabilité accrue et des programmes d'encouragement du gouvernement, l'installation d'éoliennes au Canada devrait s'accélérer. Pour avoir davantage de renseignements sur les activités entreprises au Canada dans le domaine de l'énergie éolienne, ainsi qu'une liste des entreprises membres de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, veuillez consulter le site Web suivant : www.canwea.ca.

3.6 L'énergie mécanique produite à l'aide de l'énergie éolienne

En plus de servir à produire de l'électricité, l'énergie éolienne est utilisée au Canada pour produire de l'énergie mécanique. L'application la plus répandue est le pompage de l'eau souterraine, qui est ensuite conservée à la surface dans un bassin où peut s'abreuver le bétail. Il existe plusieurs milliers d'éoliennes de pompage, installées principalement dans les Prairies. On peut aussi utiliser les éoliennes pour aérer les étangs et les lacs.

3.7 L'énergie solaire

Contrairement à la croyance populaire, la ressource solaire au Canada est en général très bonne et se compare favorablement à celle d'autres régions du monde, partiellement en raison de son ciel clair. Il existe plusieurs technologies qui exploitent l'énergie solaire à des fins particulières, notamment l'énergie solaire active et passive servant au chauffage de l'eau et des locaux, ainsi que l'énergie photovoltaïque servant à produire de l'électricité. Pour avoir davantage de renseignements sur cette industrie, veuillez consulter le site Web de l'Association des industries solaires du Canada (www.cansia.ca).

3.7.1 L'énergie solaire active

Les technologies solaires qui fournissent de la chaleur et de l'eau chaude aux secteurs résidentiel, commercial et industriel sont utilisées depuis longtemps à des fins commerciales. Plusieurs millions de chauffe-eau solaire ont été installés dans le monde entier. Les États-Unis, le Japon, Israël et l'Australie ont pendant longtemps détenu la part la plus importante du marché de l'énergie thermosolaire. Récemment, ce marché a connu une croissance importante en Europe et en Asie. Ainsi, le marché annuel combiné de l'Allemagne et de l'Autriche correspond à plus de 500 000 mètres carrés (m^2) de capteurs thermosolaires, et plus d'un million de m^2 de capteurs thermosolaires sont installés chaque année en Chine.

Au Canada, les technologies solaires actives les plus rentables sont celles qui sont utilisées pour le chauffage à basse température, par exemple le chauffage de l'eau domestique, de l'eau de la piscine et de l'air de ventilation dans les bâtiments commerciaux et industriels. On estime que 606 000 m^2 de capteurs thermosolaires sont actuellement utilisés au Canada, dont 493 000 m^2 pour le chauffage des piscines résidentielles, 72 000 m^2 pour le chauffage de l'eau domestique et 41 000 m^2 pour le chauffage de l'air de ventilation dans les bâtiments commerciaux et industriels. On a aussi installé quelques chauffe-eau solaires commerciaux. La production d'énergie provenant de systèmes solaires actifs est estimée à 1,1 PJ par année. À la suite de l'effondrement des prix du pétrole et du gaz naturel au milieu des années 80 et de la suppression des programmes gouvernementaux visant à remplacer le pétrole, la vente de nouveaux systèmes a considérablement ralenti. Elle devrait maintenant s'intensifier en raison du grand intérêt public pour les systèmes solaires actifs, de leur rentabilité accrue et des programmes d'encouragement du gouvernement. Actuellement, on installe chaque année quelques centaines de nouveaux systèmes, représentant des ventes d'une valeur de 2 à 3 millions de dollars.

Il existe au Canada d'immenses possibilités techniques pour l'installation de systèmes solaires actifs. Selon des études effectuées au cours des dernières années, le marché des systèmes solaires servant au chauffage de l'eau domestique, de l'eau des piscines et de l'air de ventilation pourrait correspondre à une capacité installée de 135 PJ. Compte tenu d'un taux réaliste de pénétration du marché d'environ 10 % ainsi que des coûts actuels et prévus du chauffage solaire, on a estimé que le marché correspondrait à une capacité installée de plus de 9 PJ.

L'intérêt des investisseurs du secteur privé, des services publics et des fournisseurs de services énergétiques pour les chauffe-eau solaires s'est récemment ranimé. Actuellement, au Canada, le chauffage de l'eau domestique accapare environ 20 % de l'énergie utilisée dans le secteur résidentiel et produit environ 15 mégatonnes d'émissions de CO_2 par année, ce qui donne une moyenne de deux tonnes de CO_2 par chauffe-eau. Les chauffe-eau solaires peuvent contribuer considérablement à la réduction des émissions de CO_2, puisque chaque système réduit de 40 à 50 % la consommation d'énergie classique. Environ 12 000 chauffe-eau solaires sont actuellement utilisés au Canada, représentant moins de 1 % du marché. Le taux de pénétration du marché a été faible jusqu'à maintenant, principalement en raison des coûts élevés. Les nouveaux chauffe-eau solaires à débit réduit dont la commercialisation est prévue pour 2002 devraient avoir un effet important sur le marché. À l'aide des ressources fournies par le Fonds d'action pour le changement climatique (FACC), les services publics devraient installer, au cours des 10 à 15 prochaines années, environ 100 000 chauffe-eau solaires qui leur permettront de vendre l'énergie au prix compétitif d'environ 0,05 $ par KWh, rivalisant avec les prix de l'électricité et du gaz naturel.

Les systèmes solaires permettant de chauffer l'eau des piscines devraient aussi accroître leur part du marché. Plus de 600 000 foyers canadiens – environ 10 % du total des immeubles bas – sont équipés d'une piscine extérieure, dont environ un tiers sont chauffées. Actuellement, les appareils de chauffage solaires, au nombre de 20 000, occupent environ 10 % du marché. Le principal obstacle à l'augmentation de cette part du marché a été la méconnaissance des coûts et des avantages du chauffage solaire. Selon des études réalisées récemment au Canada, les chauffe-eau solaires pourraient donner aux propriétaires de piscine le rendement voulu, selon un délai de récupération de deux à quatre ans. En outre, les systèmes solaires pourraient accaparer à long terme de 40 à 50 % du marché des chauffe-piscines. Les essais de promotion effectués en 2001 à trois endroits au Canada confirment cette hypothèse.

La technologie solaire servant à chauffer l'eau utilisée dans les piscicultures et dans les lave-autos devrait aussi accroître sa part du marché au Canada. Il existe dans ce pays environ 1 500 installations de lave-auto qui consomment au total 17 millions de m^3 d'eau chaude par année (>2 PJ/a). Les installations de lavage sans frottement gagnent en popularité, mais comparativement aux installations classiques de lavage avec frottement, elles utilisent deux fois plus d'eau chaude (le lavage et rinçage à l'eau chaude). Selon des études, la période de récupération des systèmes de chauffage solaires destinés aux lave-autos va de cinq à sept ans. En 2002, un projet pilote de démonstration du chauffage solaire sera mis en œuvre à l'un des plus importants lave-autos du Canada exploité par Sunoco.

L'une des applications les plus rentables des systèmes solaires actifs, outre le chauffage de l'eau, est le chauffage de l'air de ventilation ou de l'air d'appoint dans les bâtiments industriels. La technologie Solarwall^{MD} de la société Conserval Engineering Inc. continue d'avoir beaucoup de succès sur les marchés nationaux et internationaux. Il s'agit de feuilles de métal perforées et non vitrifiées qui absorbent très efficacement la chaleur du soleil. Elles sont installées à la verticale sur la façade sud des bâtiments comme un revêtement mural classique. Cette technologie peut combler jusqu'à un tiers des besoins annuels liés au chauffage de l'air d'appoint et s'adapte facilement aux bureaux, aux appartements, aux entrepôts et aux usines de fabrication. Ford, General Motors, Canadair, Bombardier et Fedex ont notamment adopté cette technologie dont les ventes annuelles, même si elles ont augmenté depuis son lancement sur le marché au début des années 90, n'atteignent pas encore 1 million de dollars. La superficie totale des systèmes Solarwall^{MD} installés au Canada est d'environ 41 000 m^2, ce qui représente une production énergétique annuelle de quelque 0,1 PJ. En 1993, le marché canadien de ces systèmes était estimé à presque 4 PJ, ce qui correspond à une superficie beaucoup plus grande qu'un million de m^2.

En outre, on envisage de lancer la technologie Solarwall^{MD} sur les marchés internationaux, afin qu'elle soit utilisée pour le séchage commercial. Dans le cadre du Fonds d'action pour le changement climatique du Canada, un important projet pilote a été mis en œuvre en Amérique centrale, en Inde et en Chine en vue de montrer qu'il est possible d'utiliser cette technologie pour le séchage de certaines cultures, notamment le café, les fruits et les épices.

On est en train d'élaborer au Canada des systèmes solaires de climatisation hydroscopique destinés aux installations commerciales où il faut réguler le degré d'humidité, ainsi que des systèmes solaires de détoxification basés sur des technologies d'oxydation de pointe ayant recours au rayonnement ultraviolet et à la photocatalyse pour traiter les contaminants organiques qui se trouvent dans les eaux usées polluées.

L'industrie canadienne de l'énergie solaire active est composée de quelque 20 entreprises qui fabriquent les capteurs et les systèmes, ainsi que d'environ 24 détaillants et installateurs. Actuellement, il y a moins d'emplois qu'au milieu des années 80 (à peine une centaine), parce que les importants programmes de démonstration ont pris fin et que les prix des combustibles fossiles ont chuté. Les affaires reprennent maintenant grâce au regain d'intérêt du public et des investisseurs privés, ainsi qu'à l'aide donnée par le gouvernement aux fins des activités de commercialisation. Il semble que l'industrie ait réussi à traverser la difficile période d'adaptation des années 80 et qu'elle soit maintenant bien placée pour croître de façon durable en offrant des produits rentables sur certains marchés favorables. Pour stimuler la demande, Ressources naturelles Canada a mis en œuvre le Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables (PENSER), afin d'inciter les entreprises commerciales et les installations du gouvernement fédéral à utiliser des systèmes solaires actifs pour le chauffage. Un remboursement de 25 % est accordé pour les systèmes admissibles. Des renseignements supplémentaires sur ce programme sont présentés plus loin.

3.7.2 L'énergie solaire passive

Les technologies solaires passives englobent la conception des bâtiments et l'utilisation de composants spéciaux pour le chauffage, l'éclairage diurne et l'ombrage. L'expérience a démontré qu'au Canada, les fenêtres sont les composants les plus importants d'un bâtiment en ce qui a trait à l'énergie solaire passive. De fait, les fenêtres performantes peuvent fournir de l'énergie nette et avoir un meilleur rendement énergétique annuel net que les murs les plus isothermes. Le marché canadien des fenêtres à haut rendement énergétique destinées aux secteurs résidentiel et commercial s'accroît. Environ 40 % de ces fenêtres à haut rendement énergétique sont munies de verre à faible émissivité. Comme l'énergie solaire passive est habituellement considérée au Canada comme une question liée à l'efficacité énergétique, elle n'est pas décrite en détail dans le présent document.

Pour avoir davantage de renseignements sur la conception de bâtiments solaires passifs, veuillez consulter le site Web du Groupe du bâtiment de CANMET, Ressources naturelles Canada (http://buildingsgroup.nrcan.gc.ca/pub_e.html#Passive).

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (www.cmhc.ca) s'intéresse aussi à la conception de bâtiments solaires passifs.

3.7.3 L'énergie photovoltaïque solaire

Les systèmes photovoltaïques (PV) sont munis de matériaux semi-conducteurs qui convertissent la lumière du soleil en électricité. Ces systèmes peuvent être branchés ou non au réseau. Selon les rapports de l'AIE, le marché mondial des systèmes PV s'est développé à un taux moyen annuel de 20 % sur cinq ans et représente une capacité installée de plus de 1,3 GW. Dans les pays membres de l'OCDE, environ 60 % des systèmes PV sont branchés au réseau. Le total des ventes annuelles est largement supérieur à 3 milliards de dollars.

En 2000, la capacité installée des systèmes PV au Canada était d'environ 7,2 MW, et leur production annuelle estimée, de 7,2 GWh d'électricité, c'est-à-dire le double de leur capacité et de leur production d'il y a trois ans. La plus grande partie de cette capacité provient de systèmes PV hors réseau dont le prix concurrence celui du prolongement du réseau ou de l'utilisation d'un système énergétique autonome classique. Les systèmes PV sont utilisés aux fins suivantes : énergie électrique pour les systèmes de télécommunications; surveillance et contrôle à distance; résidences isolées; systèmes de la garde côtière; et signalisation routière.

Bien que le coût des systèmes PV ait diminué considérablement au cours des deux dernières décennies, il ne concurrence pas encore celui de l'électricité fournie par un service public. Le principal défi que doit relever l'industrie est de réduire les coûts grâce aux progrès technologiques et à l'automatisation de la fabrication.

Tableau 4

Capacité installée des systèmes PV au Canada (MW)	
1992	0,960
1993	1,240
1994	1,510
1995	1,860
1996	2,560
1997	3,380
1998	4,470
1999	5,826
2000	7,154
2001	8,5 (estimation)

L'industrie photovoltaïque canadienne connaît une croissance constante depuis quelques années et sert les marchés nationaux et les marchés d'exportation. En 2000, on comptait plus de 150 entreprises actives au Canada, dont la plupart sont des vendeurs et des installateurs. Une douzaine d'entreprises se consacrent à la fabrication. En 2000, les revenus de l'industrie ont atteint 40 millions de dollars. Grâce à un effectif de 250 travailleurs, elle a installé au Canada une capacité additionnelle de production d'énergie photovoltaïque de 1,3 MW et a exporté l'équivalent de 0,2 MW. Depuis six ans, les ventes nationales d'énergie photovoltaïque augmentent à un taux annuel de 25 à 30 %. Comme le prix des systèmes PV continue de diminuer, la croissance devrait se maintenir au cours des prochaines années, puisqu'on accentuera la pénétration sur les marchés actuels et qu'on créera de nouveaux marchés.

On s'intéresse non seulement au marché rentable des petits systèmes hors réseau, mais aussi au marché des systèmes PV branchés au réseau et utilisés dans les bâtiments. En raison de la réduction phénoménale (d'un facteur de 5) du coût de la technologie PV au cours des 20 dernières années et du grand intérêt que manifeste le public pour l'énergie solaire, de nombreux Canadiens considèrent l'électricité produite à l'aide de cette énergie comme une option viable en ce qui a trait à la décentralisation de l'approvisionnement énergétique. Les gouvernements appuient de plus en plus les projets de démonstration visant à sensibiliser les Canadiens à cette source d'énergie durable et propre, ainsi qu'à aider l'industrie locale à acquérir une précieuse expérience de l'utilisation des systèmes photovoltaïques dans les bâtiments. Chaque KW de capacité installée permettra de supprimer, au cours du cycle de vie d'un système PV, 1,6 tonne de CO_{2e} provenant du charbon, 1,3 tonne de CO_{2e} provenant du diesel et 0,73 tonne de CO_{2e} provenant des centrales de production alimentées au gaz naturel. Les efforts déployés actuellement pour promouvoir l'installation, d'ici 2010, d'une capacité de 30 MW dans les bâtiments actuels pourraient solidifier davantage l'industrie canadienne de l'énergie photovoltaïque.

L'Association des industries solaires du Canada représente l'industrie de l'énergie photovoltaïque. Son site Web (www.cansia.ca) présente des renseignements sur les entreprises membres.

4. Un aperçu de l'avenir – Les obstacles et les facteurs politiques

Selon *Perspectives énergétique du Canada* publié par Ressources naturelles Canada en 1997 et le document *Perspectives des émissions du Canada : une mise à jour* (1999), la production d'énergie renouvelable continuera à croître au Canada. En supposant que les prix de l'énergie demeureront relativement stables et que la croissance du PIB sera de 2,3 % par année de 2000 à 2010, la production d'hydroélectricité devrait augmenter à 382 650 GWh par année, c'est-à-dire de 11 %. Dans les mêmes conditions, elle devrait augmenter à 397 740 GWh par année d'ici 2020, ce qui représente une augmentation globale d'environ 15 % par rapport à l'an 2000. L'utilisation d'autres énergies renouvelables, particulièrement la biomasse et l'énergie éolienne, devrait également s'accroître, mais les prévisions ne sont pas sûres. Malgré ces augmentations, la contribution de l'énergie renouvelable à la production totale d'énergie primaire au Canada devrait demeurer relativement stable en raison de l'augmentation parallèle de la consommation d'énergie classique, principalement le gaz naturel. Ces prévisions ont été élaborées selon un scénario de maintien du statu quo, ainsi qu'en fonction des conditions du marché et des politiques gouvernementales existantes et ne tiennent pas compte des engagements pris en vertu du Protocole de Kyoto de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Au moment de la rédaction du rapport, il se tenait encore, à tous les paliers, d'intenses discussions sur la ratification du Protocole de Kyoto. On peut néanmoins affirmer que les Canadiens considèrent toutes les énergies renouvelables comme des solutions valables pour atteindre les objectifs liés à la réduction des émissions. L'efficacité énergétique et la production d'électricité à l'aide de sources énergétiques autres que les d'hydrocarbures (hydroélectricité, énergie éolienne) semblent être des options prometteuses, tant sur le plan de la réduction du CO_2 que du coût marginal de cette réduction. L'énergie thermique supplémentaire requise pourrait être fournie par les déchets de l'industrie forestière, les déchets, l'énergie solaire et l'énergie de la Terre.

Au Canada, certains prétendent qu'en plus de contribuer à lutter contre le changement climatique, la mise en œuvre généralisée des technologies des énergies renouvelables sera avantageuse à long terme pour l'économie. On mentionne souvent qu'un grand nombre des nouvelles technologies et des nouveaux produits créeront des emplois locaux et apporteront d'autres avantages sociaux. Le fait d'acquérir de solides compétences dans certains domaines peut favoriser l'exportation de biens et de services. Le Canada participe déjà à de nombreux forums internationaux visant la mise en valeur et la commercialisation des énergies renouvelables. Des renseignements supplémentaires sur la collaboration internationale sont présentés plus loin.

La plupart des technologies des énergies renouvelables sont fiables et ont un bon rendement, tant au Canada qu'ailleurs dans le monde. De plus, en tenant compte de leur cycle de vie, elles sont considérées comme rentables sur un grand nombre de marchés. Néanmoins, plusieurs obstacles et problèmes nuisent à leur lancement sur de plus gros marchés énergétiques. Voici certains de ces obstacles :

- Les clients éventuels ont peu de connaissance et d'expérience des technologies des énergies renouvelables. Ils accordent habituellement la préférence à des options commerciales qui ont fait leurs preuves, qui ne semblent pas comporter de risque et qui sont abordables.

- Les mauvaises expériences qu'ont connu certaines personnes avec les premières technologies des énergies renouvelables peuvent avoir terni leur réputation. Ainsi, les problèmes de fiabilité ont nui aux technologies de la première génération lancées à la fin des années 70 et au début des années 80. Dans d'autres cas, les économies financières promises ne se sont pas concrétisées en raison de la chute des prix du pétrole et du gaz naturel au milieu des années 80.

- Les coûts d'achat et d'installation de certaines technologies des énergies renouvelables sont plus élevés que ceux des technologies classiques. Lorsque les budgets de construction sont établis à l'avance, le fait d'accroître le coût du système de chauffage, par exemple, nécessite de réduire les coûts ailleurs. Si le propriétaire ne prévoit pas payer les futurs coûts d'exploitation d'un bâtiment, il n'est pas motivé à en réduire au minimum le coût du cycle de vie.

- Jusqu'à maintenant, on n'a pas tenu compte des avantages environnementaux des technologies des énergies renouvelables dans la prise de décision.

- Les faibles prix de l'énergie qui ont cours depuis longtemps au Canada donnent un sentiment de confiance aux utilisateurs finaux, qui sont peu enclins à délaisser les combustibles classiques en vue de se protéger contre d'éventuelles augmentations de prix.

- Les règlements actuels sur la sûreté ou les retombées environnementales nuisent souvent à la mise en œuvre de nouvelles technologies, car ils sont basés sur le rendement d'anciennes technologies qui ont peu de points communs avec les nouvelles solutions propres et sûres qui sont proposées. Les intervenants du secteur des énergies renouvelables tentent de supprimer ces obstacles en organisant des séminaires et des cours et en élaborant des normes et des procédures d'essai.

- Enfin, l'absence d'une infrastructure pertinente englobant des compétences, des mécanismes de distribution commerciaux et des services constitue un obstacle important à la commercialisation des technologies des énergies renouvelables.

5. Les programmes à l'appui des énergies renouvelables

Divers paliers de gouvernement appuient l'élaboration et la commercialisation des technologies des énergies renouvelables pour donner suite aux objectifs stratégiques susmentionnés. Ils le font la plupart du temps à l'aide d'incitatifs financiers (habituellement en partageant ou en assumant les coûts d'un projet de recherche, de développement et de démonstration) ou d'une autre forme d'aide qui permet de supprimer les obstacles. L e montant de l'incitatif est habituellement minime et ne vise qu'à aider le promoteur à aller de l'avant avec son projet. Dans certains cas, les fonds publics doivent être remboursés.

Les programmes qui appuient les énergies renouvelables sont présentés dans le site Web du Réseau canadien des énergies renouvelables (ResCER) (http://www.canren.gc.ca/default_fr.asp).

5.1 Les programmes et les budgets de R-D

Il existe depuis 25 ans des programmes d'aide à la recherche-développement sur les énergies renouvelables. Le principal organisme de financement en cette matière est Ressources naturelles Canada, qui a recours pour ce faire au Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE). Au milieu des années 80, la période de pointe en ce qui a trait aux dépenses de R-D énergétique, le total des fonds fédéraux accordés aux énergies renouvelables se chiffrait à plus de 40 millions de dollars par année. Il est actuellement de 15 millions de dollars par année. Le tableau 5 présente les fonds attribués selon les sources d'énergie.

Le principal mécanisme à l'appui de la R-D énergétique est le Programme des techniques d'énergies renouvelables (PTER), qui aide l'industrie canadienne à élaborer et à commercialiser les technologies de pointe dans des domaines tels que l'énergie solaire active, l'énergie éolienne, la bioénergie et les petites centrales hydroélectriques, qui représentent des solutions de remplacement rentables et écologiques à la production d'énergie classique. Le financement accordé dans le cadre de ce programme est remboursable. Vous trouverez davantage de renseignements à ce sujet, ainsi que des liens connexes à l'adresse Web suivante : http://www.nrcan.gc.ca/es/etb/cetc/cetc01/htmldocs/funding_programs_retp_f.html

Tableau 5

Aide accordée par le gouvernement du Canada à la recherche-développement sur les énergies renouvelables (en millions $CAN)			
	Année		
Activités	1990	1995	1999
Total pour l'énergie solaire	42	4,7	48
Chauffage et climatisation solaires	27	2,7	17
Énergie photoélectrique	1,5	2,0	29
Énergie thermoélectrique	0	0,0	2
Énergie éolienne	1,4	1,5	22
Énergie tirée des océans	0	0,0	1
Biomasse	6,7	7,7	6,0
Énergie géothermique	0,2	0,1	1
Total pour l'énergie hydroélectrique	7	11	20
Grosses centrales (capacité de 10 MW et plus)	0	0,1	0,2
Petites centrales (capacité de moins de 10 MW)	7	1,0	1,8
Total pour les énergies renouvelables	132	15,1	152

Les fonds susmentionnés sont utilisés dans les laboratoires des gouvernements fédéral et provinciaux, dans les laboratoires du secteur privé ou dans les laboratoires des universités où l'on effectue de la R-D.

Dans le contexte de ses initiatives liées au changement climatique, le gouvernement fédéral a lancé un certain nombre de programmes à l'appui de l'élaboration et de la démonstration des technologies des énergies renouvelables. Le principal programme d'appui à la R-D associé au Fonds d'action pour le changement climatique est le programme des Mesures d'action précoce en matière de technologie (TEAM). Ce programme finance les projets technologiques qui peuvent réduire les émissions de GES, à l'échelle nationale ou internationale, tout en favorisant le développement économique et social et vise à accélérer la démonstration et la commercialisation des nouvelles technologies. Les projets proposés doivent être parrainés et cofinancés par un autre programme gouvernemental de R-D, par exemple le PTER dont il a été question ci-dessus.

L'annexe B présente des exemples de projets réalisés dans le cadre de ce programme et de programmes connexes.

Pour avoir des renseignements supplémentaires sur les programmes liés au changement climatique, veuillez consulter le site Web suivant :
http://www.climatechange.gc.ca/french/index.shtml

Le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) est un programme général d'élaboration des technologies géré par le Conseil national de recherches du Canada. Il vise à aider les petites et moyennes entreprises à perfectionner leurs technologies. Pour avoir des renseignements supplémentaires sur ce programme, veuillez consulter le site Web suivant :
http://www.nrc.ca/irap/aboutus.html#mandate

Il existe un autre programme général de développement technologique qui finance aussi les projets portant sur les énergies renouvelables : Partenariat technologique Canada (PTC), géré par Industrie Canada. Son objectif est de financer l'élaboration des technologies qui permettent d'améliorer les procédés industriels, et particulièrement les solutions de remplacement qui visent à protéger l'environnement et à favoriser le développement durable. Pour avoir des renseignements supplémentaires sur ce programme, veuillez consulter le site Web suivant :
http://strategis.ic.gc.ca/SSG/tp00170e.html

5.2 Les programmes de commercialisation

La Division de l'électricité et des énergies renouvelables de Ressources naturelles Canada est chargée de promouvoir la commercialisation des technologies des énergies renouvelables. Elle gère un certain nombre de programmes gouvernementaux, notamment le Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables (PENSER), des programmes connexes favorisant l'achat d'énergie verte et le développement des marchés, ainsi que le Programme d'encouragement à la production d'énergie éolienne. Voici une brève description de ces programmes.

Programme de renforcement des compétences en énergies renouvelables

Une bonne façon d'encourager le recours aux nouvelles sources d'énergie renouvelable rentables est de fournir aux décideurs des renseignements techniques et des services connexes. On a élaboré dans le cadre de ce programme un logiciel d'analyse des projets portant sur les énergies renouvelables, qui est facile à utiliser et qui s'appelle RETScreen. Cet outil, qui est devenu une norme internationale, aide les planificateurs et les décideurs à examiner les projets qui portent sur les énergies renouvelables dès l'étape cruciale de la planification. Pour avoir des renseignements supplémentaires sur le logiciel RETScreen, veuillez consulter le site Web suivant :
http://www.retscreen.gc.ca.

Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables

Le Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables (PENSER), doté d'un budget de 24 millions de dollars sur six ans, vise à stimuler la demande du marché pour des systèmes énergie renouvelable fiables et rentables, destinés à la climatisation et au chauffage. Dans le cadre de ce programme, les entreprises et les institutions ont droit à un incitatif si elles installent un système admissible, notamment un chauffe-eau solaire, un système de chauffage solaire ou un système de combustion de la biomasse à haut rendement. L'incitatif, dont le plafond est établi à 80 000 $, permet de payer 25 % des coûts d'achat et d'installation.
Dans le Plan d'action 2000 sur le changement climatique, Ressources naturelles Canada a annoncé un incitatif financier accordé au secteur industriel pour l'installation de nouveaux systèmes d'énergie renouvelable. Cette mesure représente un investissement de 2 millions de dollars sur cinq ans (d'ici la fin de mars 2006). Le plafond de cet incitatif est le même que celui qui a été établi pour PENSER.

Programme d'encouragement à la production d'énergie éolienne

Ce programme d'encouragement, d'une valeur de 260 millions de dollars et d'une durée de 15 ans, appuiera l'installation d'une capacité en énergie éolienne de 1 000 MW au cours des cinq prochaines années. Les consultations ciblées ont commencé, et les renseignements détaillés, notamment les critères d'admissibilité, devraient être annoncés au printemps 2002. L'incitatif sera accordé pour les 10 premières années de production et constituera une source de financement stable à long terme. Il favorisera les investissements dans les projets d'énergie éolienne réalisés dans toutes les régions du Canada en vue de contribuer à la lutte contre le changement climatique et à améliorer la qualité de l'air. Les gouvernements provinciaux et territoriaux sont invités à fournir des fonds supplémentaires aux fins de ces projets.
(site web: www2.NRCAN.GC.CA/ES/ERB/FRANCAIS/VIEWS.ASP?X=456)

Achats gouvernementaux d'électricité produite à l'aide des énergies renouvelables

Ressources naturelles Canada et Environnement Canada achètent de l'électricité produite à l'aide de l'énergie éolienne pour alimenter leurs installations situées en Alberta, ce qui permet de réduire les émissions annuelles de GES d'environ 11 kilotonnes. Au nom du gouvernement du Canada, Ressources naturelles Canada achète de l'électricité produite à l'aide de l'énergie éolienne en Saskatchewan et à l'Île-du-Prince-Édouard, ce qui permet de réduire les émissions annuelles de GES d'environ 40 kilotonnes.

Dans le Plan d'action 2000 sur le changement climatique, le gouvernement du Canada s'est engagé à acheter, pour combler 20 % de ses besoins, de l'électricité produite à l'aide des énergies renouvelables qui libèrent peu ou pas d'émissions. Ce programme quinquennal de 30 millions de dollars aidera le gouvernement du Canada à réduire ses émissions de GES d'environ 235 kilotonnes par année.

Ressources naturelles Canada travaille en partenariat avec Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) et Environnement Canada. En tant que ministère responsable, TPSGC négocie et signe les conventions d'achat. Ressources naturelles Canada fournit des capacités liées à la politique sur les énergies renouvelables, au développement du marché, à l'analyse des programmes et à l'évaluation. Environnement Canada fournit des conseils sur les questions environnementales et de l'aide pour analyser les programmes.

Programme de stimulation du marché

Le gouvernement du Canada accordera un incitatif financier limité aux vendeurs d'électricité au détail afin de stimuler la vente de l'électricité produite à l'aide des nouvelles technologies des énergies renouvelables (les énergies « vertes »). Il n'a pas encore annoncé les renseignements détaillés sur ce programme de 25 millions de dollars qui s'inscrit dans le Plan d'action 2000 sur le changement climatique. Il tiendra des consultations avant de le finaliser. D'ici 2010, ce programme pourrait permettre au marché de l'énergie verte de réduire les émissions de GES de 1 700 kilotonnes par année.

Ressources naturelles Canada diffusera de l'information sur le marché de l'énergie verte, évaluera les propositions, négociera les ententes, attribuera les fonds, fera des comptes rendus sur le rendement et l'efficacité du programme, et effectuera des analyses et des évaluations. Environnement Canada élaborera des politiques environnementales avec Ressources naturelles Canada, d'autres ministères fédéraux, les gouvernements provinciaux et les intervenants. En outre, il analysera les avantages environnementaux des propositions.

Pour avoir des renseignements supplémentaires sur ces programmes et des programmes connexes, veuillez consulter le site Web suivant : http://www.nrcan.gc.ca.

En plus des incitatifs susmentionnés, certains équipements qui permettent de produire de l'électricité à l'aide des énergies renouvelables sont admissibles à une déduction pour amortissement accéléré en vertu du régime fiscal. Ainsi, en vertu de la catégorie 43.1 aux fins de la déduction pour amortissement de la *Loi de l'impôt sur le revenu*, il est possible d'obtenir une déduction pour amortissement accéléré de 30 % par année pour la valeur résiduelle de certains investissements liés aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique. De plus, en vertu des Frais liés aux énergies renouvelables et aux économies d'énergie au Canada (FEREEC), il est possible, dans certains nouveaux projets, de transférer les coûts d'immobilisations aux investisseurs à l'aide des actions accréditives. Le document intitulé *Catégorie 43.1 – Guide technique*, publié par Ressources naturelles Canada, donne des renseignements détaillés sur ces mesures incitatives qui visent notamment l'énergie éolienne, les petites centrales hydroélectriques, l'énergie solaire et d'autres sources énergétiques qui permettent de produire de l'électricité. De même, on a éliminé la taxe d'assise imposée sur l'éthanol contenu dans l'essence.

Dans le contexte du Plan d'action sur le changement climatique et des mesures budgétaires subséquentes, le gouvernement du Canada a annoncé plusieurs initiatives visant à aider les projets de développement durable entrepris dans certains secteurs. Les projets de commercialisation des énergies renouvelables sont admissibles à ces fonds. Voici certains de leurs éléments clés :

- l'éducation et l'information du public;
- technologies de développement;
- le Fonds d'habilitation municipale vert – Fédération canadienne des municipalités (FCM);
- le Fonds d'investissement municipal vert – FCM.

Un *Recueil des mesures canadiennes* liées au changement climatique a été élaboré au cours d'une réunion mixte des ministres de l'Énergie et de l'Environnement. Pour avoir des renseignements supplémentaires à ce sujet, veuillez consulter le site Web suivant : http://www.nccp.ca/NCCP/joint_ministers/index_f.html.

Plusieurs autres programmes gouvernementaux qui visent à appuyer le développement industriel et régional peuvent fournir des fonds aux projets portant sur les énergies renouvelables qui satisfont aux critères établis.

La Fondation canadienne de l'innovation (FCI) investit dans des projets d'infrastructure en vue de favoriser l'excellence de la recherche réalisée dans les universités et les organismes sans but lucratif. Pour avoir des renseignements supplémentaires à ce sujet, veuillez consulter le site Web suivant : http://www.innovation.gc.ca.

6. Les activités de coopération internationale

Le Canada participe au Groupe de travail sur les énergies renouvelables de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), ainsi qu'aux accords d'exécution suivants qui portent sur les énergies renouvelables :

- bioénergie;
- technologies et programmes liés à l'hydroélectricité;
- systèmes photovoltaïques;
- chauffage et climatisation solaires et plusieurs annexes;
- éoliennes et plusieurs annexes;
- hydrogène.

En outre, le Canada participe à d'autres accords et annexes de l'AIE, qui concernent des programmes liés aux énergies renouvelables. Il s'agit notamment des programmes suivants :

- combustibles fossiles (combustion en lit fluidisé et autres);
- utilisation finale (piles à combustible de pointe, systèmes pour les bâtiments et les collectivités, Centre international d'intervention pour l'analyse et la diffusion des techniques énergétiques démontrées – CADDET, stockage de l'énergie, échange de données sur les technologies énergétiques, thermopompes, pâtes et papiers).

Accords bilatéraux

En vertu du Protocole d'entente sur la R-D énergétiques conclu entre Ressources naturelles Canada et le département de l'Énergie des États-Unis, le Canada collabore avec les États-Unis dans tous les domaines liés à la R-D énergétiques, à l'exception de la fission et de la fusion nucléaires. Les activités visées par le protocole d'entente englobent la recherche appliquée, la démonstration, essais l'échange de données techniques, la planification conjointe, l'échange de chercheurs et d'autres activités scientifiques connexes. La R-D est effectuée en vertu d'accords d'exécution qui prévoient la réalisation de travaux liés aux énergies renouvelables dans des domaines tels que la bioénergie et la production à petite échelle dans les collectivités. En outre, on organise des réunions sectorielles pour échanger des données et créer de nouveaux accords de coopération sur des sujets précis.

Le groupe d'experts pour la collaboration dans le domaine des technologies des énergies nouvelles et renouvelables (EGNRET) est l'un des quatre sous-groupes d'experts du Groupe de travail sur l'énergie de l'Organisation de coopération économique Asie-Pacifique (APEC). Il s'agit du seul groupe axé sur la technologie qui s'intéresse aux technologies des énergies renouvelables et à certaines technologies d'efficacité énergétique. Il a divisé son travail en huit domaines de collaboration. Le Canada est responsable du septième domaine, à savoir l'information technique et l'information connexe sur les énergies renouvelables diffusée dans le Web.

En 1995, l'Accord de coopération scientifique et technologique entre le Canada et l'Union européenne établissait une relation réciproque qui permet aux chercheurs et aux organismes de recherche canadiens de participer à des consortiums de l'Union européenne qui réalisent des travaux de recherche-développement technologiques sous les auspices du Programme-cadre. En outre, cet accord donne aux chercheurs de l'Union européenne le même accès aux programmes canadiens. L'accord actuel (1998-2002) vise quatre programmes thématiques, notamment la croissance industrielle durable, l'énergie et l'environnement. Deux projets traitent des questions technologiques liées à la conversion de la biomasse en énergie.

Il existe d'autres accords bilatéraux conclus entre le Canada et d'autres pays dans le domaine de la mise en œuvre de technologies, par exemple les suivants :

- les turbines pour petites centrales hydroélectriques (avec la Pologne);
- les systèmes de commande de petites centrales hydroélectriques et la réhabilitation des sites (Chine);e séchage solaire des récoltes (Brésil);
- les véhicules alimentés au gaz naturel (Roumanie);
- la gazéification des déchets (Espagne);
- la gazéification de la biomasse (Chine).

En outre, le Canada et le Mexique explorent les possibilits de collaboration bilatérale, et le Canada, le Mexique et les États-Unis explorent les possibilités de collaboration trilatérale.

7. Conclusions

Voici en résumé les principales conclusions du présent rapport.

- L'importance des énergies renouvelables s'accroît au Canada depuis 20 ans. Ces énergies représentent actuellement 17 % de l'approvisionnement total en énergie primaire.

- L'hydroélectricité est la source unique d'énergie renouvelable la plus importante, représentant environ 11 % de l'approvisionnement total en énergie primaire et plus de 60 % de l'approvisionnement total en électricité.

- La bioénergie utilisée aux fins de l'industrie forestière, de la production d'électricité et du chauffage domestique représente environ 6 % de l'approvisionnement total en énergie primaire.

- Les nouvelles technologies des énergies renouvelables telles que l'énergie tirée des déchets, l'énergie hydroélectrique de basse chute et l'énergie éolienne contribueront davantage au futur approvisionnement énergétique.

- Les technologies solaires représentent des débouchés commerciaux de plus en plus intéressants sur certains marchés, par exemple le chauffage solaire, le chauffage de l'eau des piscines et la production d'électricité à l'aide de l'énergie photovoltaïque en vue d'alimenter des collectivités hors réseau et éloignées.

- À long terme, il est à espérer que la contribution des énergies renouvelables aux fins de la production de combustibles liquides et gazeux augmentera grâce à l'élaboration de nouvelles technologies qui amélioreront la rentabilité de l'approvisionnement.

- En raison de l'intérêt grandissant à l'égard des énergies renouvelables, qui représentent une solution au problème du changement climatique, leur importance devrait continuer de croître. À moyen et à long termes, on s'attend à une augmentation de la contribution de l'hydroélectricité, de la biomasse et de l'énergie éolienne à l'approvisionnement énergétique.

- Divers paliers de gouvernement au Canada continuent d'appuyer la recherche, le développement et la commercialisation des énergies renouvelables en vue de supprimer les obstacles économiques et les autres obstacles à l'adoption de ces options. En vertu du Programme d'encouragement à la production d'énergie éolienne annoncé récemment, le gouvernement du Canada fournira une aide financière pour l'installation d'une nouvelle capacité en énergie éolienne de 1 000 MW au cours des cinq prochaines années.

- L'industrie canadienne des énergies renouvelables et d'autres intervenants connaissent les défis qu'ils doivent relever, mais entrevoient aussi les possibilités liées à une consommation accrue de leurs produits et de leurs services. Ils espèrent un jour recueillir les fruits de leurs efforts.

Bibliographie sommaire

Documents principaux

1. Agence internationale de l'énergie (AIE), *The Evolving Renewable Energy Market*, 1997, IEA, Paris.
2. Ressources naturelles Canada, *L'énergie au Canada 2000*, Ottawa.
3. Ressources naturelles Canada, *Améliorer le rendement énergétique au Canada, 1999-2000*, Rapport au Parlement en vertu de la *Loi sur l'efficacité énergétique*, Ottawa, 2001.
4. Ressources naturelles Canada, Direction de la politique énergétique, *Perspectives des émissions du Canada : une mise à jour*, Ottawa, décembre 1999.
5. Ressources naturelles Canada, Direction de la politique énergétique, *Perspectives énergétiques du Canada, 1996-2020*, Ottawa, avril 1997.
6. Ressources naturelles Canada, Direction des ressources énergétiques, *Stratégie sur les énergies renouvelables : créer un nouvel élan*, Ottawa, octobre 1996.
7. Statistique Canada, *Production, transport et distribution d'électricité*, 1999, N° 57-202 au catalogue, Ottawa, juillet 2001.
8. Statistique Canada, *Guide statistique de l'énergie*, N° 57-601 au catalogue, Ottawa, septembre 2001.

Documents supplémentaires

9. *Le guide du chauffage au bois résidentiel*, Ressources naturelles Canada, Ottawa, 1993.

10. Agriculture et Agroalimentaire Canada, *Une étude sur la gestion du fumier de volaille : directions pour l'avenir, Revue du marché des Bestiaux*, 1999.
11. Braaten, R., Cantera Mining Limited, *L'énergie du bois dans le secteur résidentiel : perspectives - Document d'information*, préparé pour Ressources naturelles Canada, janvier 1999.
12. Carpenter, S.C., Caffell, T., McClenahan, D. et A.M. Carpenter, *Active Solar Heating in Canada to the Year 2010*, Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) de Ressources naturelles Canada, Ottawa, 1992.
13. Clark, R. H., *Prospect for Fundy Tidal Power*, publié dans *La houille blanche*, n° 3, 1997.
14. Environnement Canada, *Évaluation des aspects physiques, économiques et énergétiques de la gestion des déchets solides au Canada*, préparé par Resource Integration Systems Ltd., mars 1996.
15. Environnement Canada, *Inventory of Landfill Gas Recovery and Utilization in Canada*, Ottawa, Décembre 1997.
16. Gouvernement du Canada, *Utilisation de l'éthanol comme carburant au Canada*, préparé par le Comité directeur interministériel sur l'éthanol, Ottawa, juillet 1998.
17. Agence internationale de l'énergie, *Renewable Energy Policy in IEA Countries - Volume 1: Overview*, OCDE, Paris, 1997.

18. J. Richardson Consulting, *ENFOR: What Have We Learned?*, rapport rédigé pour la Direction des sciences, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada, mars 1999.
19. Jessop, Alan, *Geothermal Energy in Canada, Geoscience Canada*, Vol. 25, n° 1, 1998.
20. Maher, T. et Penny, J., *Le chauffage des collectivités à l'aide de combustibles renouvelables : guide urbain de l'énergie de quartier tirée de la biomasse*, préparé pour Ressources naturelles Canada et le département de l'Énergie des États-Unis, 1999.
21. Marbek Resource Consultants, *Ground Source Heat Pumps Assessment*, préparé pour Ressources naturelles Canada, Ottawa, publication prévue en 1999.
22. Ministère des ressources naturelles du Québec, *L'énergie au service du Québec - une perspective de développement durable*, Charlesbourg, 1996.
23. Table des municipalités - sous-comité des gaz d'enfouissement, *Landfill Gas Subcommittee Foundation Paper*, version provisoire du 19 octobre 1998.
24. Groupe de l'analyse et de la modélisation, *Perspectives des émissions du Canada : une mise à jour*, décembre 1999.
25. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, *Canada's Surplus Wood Residues*, préparé pour le Processus national du changement climatique – Table des forêts, mars 1999.
26. Ressources naturelles Canada, Laboratoire de recherche en diversification énergétique de CANMET, *Photovoltaics for Buildings – Oportunities for Canada*, décembre 2001,Varennes (Québec).
27. Ressources naturelles Canada, Centre de la technologie énergétique de CANMET (CTEC), *Renewable Energy: the Canadian Picture, Overview of Renewable Energy Technologies*, Mai 1998.
28. Ressources naturelles Canada, Direction des ressources énergétiques, *L'énergie électrique au Canada 1997*, Ottawa, 1999 (basé en partie sur les données de Statistique Canada).
29. Peter Gogolek et Fernando Preto, *Status and Potential of Energy from Biomass in Canada*, document de CANMET - Ressources naturelles Canada pour Combustion Canada 99.
30. Rangi, R., Templin, M., Carpentier, D. Argue, *Canadian Wind Energy Technical and Market Potential*, préparé pour le Centre de la technologie énergétique de CANMET, Ressources naturelles Canada, Ottawa, octobre 1992.
31. Régie de l'énergie, *Avis de la Régie de l'énergie au Ministre d'état des ressources naturelles concernant la place de l'énergie éolienne dans le portefeuille énergétique du Québec*, Montréal, septembre 1998.
32. Roger Samson et Patrick Girouard, *Bioenergy Opportunities from Agriculture*, Resource Efficient Agriculture Production Canada 1998.
33. SGA Consultants, *Biomass Combustion Systems Market Assessment*, préparé pour Ressources naturelles Canada, décembre 1999.
34. *The Kyoto Protocol and Industry Growth Opportunities 2002*, contribution aux travaux du GAM, Direction des affaires environnementales d'Industrie Canada.
35. Thermoshare, *Biomass Energy in Canada With Emphasis on Electricity*, préparé pour Ressources naturelles Canada, Ottawa, avril 1998.
36. *Wind Power Monthly News Magazine*, Danemark, plusieurs numéros.
37. Conseil mondial de l'énergie, *Ressources énergétiques renouvelables : opportunités et contraintes 1990-2020*, juillet 1993.

Annexe A

Expressions et facteurs de conversion

On utilise généralement les abréviations suivantes :

k = kilo = 10^3
M = méga = 10^6
G = giga = 10^9
T = téra = 10^{12}
P = péta = 10^{15}
E = exa = 1018

Le watt est une unité de mesure utilisée pour l'électricité. Elle exprime la capacité de production et la production réelle par heure. Voici des exemples:

kWh = kilowatts par heure
GWh = gigawatts par heure
MW = mégawatt

Le joule est une unité d'énergie utilisée pour comparer différentes formes d'énergie. Voici des exemples:

J = mégajoule
GJ = gigajoule
PJ = pétajoule

On utilise les facteurs de conversion suivants pour l'électricité:

1 kWh = 3,6 MJ
1 GWh = 3,6 PJ/1 000

Toutes les estimations financières sont exprimées en dollars canadiens. Le taux de change au début de 2002 était le suivant : 1 $US = 1,6 $CAN

Annexe B

Exemples d'entreprises liées aux énergies renouvelables et projets de développement technologique

Les sites Web des associations mentionnées dans le document pour chaque technologie présentent une liste complète des entreprises concernées. À titre d'exemple, voici quelques entreprises canadiennes qui œuvrent dans le domaine des énergies renouvelables.

Hydroélectricité

SNC - Lavalin, Montréal (Québec) (Ingénierie et gestion)
ACRES International, Oakville (Ontario) (Ingénierie et gestion)
De nombreuses autres entreprises font partie du réseau de l'Association canadienne de l'électricité.

Bioénergie

IOGEN Corporation, Ottawa (Ontario) (Technologies de l'éthanol)
ENSYN Group Inc., Ottawa (Ontario) (Conversion thermochimique)
ENERKEM Technologies Inc, Sherbrooke (Québec) (Conversion thermochimique)

Énergie solaire

Conserval Engineering, Downsview (Ontario) (Chauffage solaire)
Thermo Dynamics Ltd, Dartmouth (Nouvelle-Écosse) (Systèmes solaires actifs)
Arise Technologies, Waterloo (Ontario) (Fabricant et distributeur)
ATS Automation Tooling Systems, Cambridge (Ontario) (Modules PV et technologies de fabrication)
NewSun Technologies, Ottawa (Ontario) (Équipement de production d'énergie PV)
Soltek Solar Energy Ltd, Victoria (Colombie-Britannique) (Marchand et distributeur de systèmes PV)
Matrix Energy Systems, Kirkland (Québec) (Marchand et distributeur)

Énergie éolienne

Polymarin – Bolwell Composites, Huron Park (Ontario) (Pales d'éoliennes)
Dutch Industries Ltd, Regina (Saskatchewan) (Éoliennes de pompage)
Vision Quest Windelectric Inc., Pincher Creek (Alberta) (Promoteurs de projets d'énergie éolienne)
Groupement éolien québécois, Gaspé (Québec) (Grosses éoliennes)
Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ), Varennes (Québec) (Développement technologique),
Atlantic Wind Test Site (Î.-P.-É.) (Essais des éoliennes)

Exemples de projets de développement technologique

Voici quelques exemples de projets de développement technologique qui ont été approuvés au cours des deux dernières années dans le cadre du programme des Mesures d'action précoces en matière de technologie (TEAM) et des programmes de R-D connexes tels que le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE).

Éthanol tiré de la biomasse

À l'aide de ses compétences en technologie enzymatique, Iogen produira de l'éthanol à un moindre coût que l'éthanol actuellement utilisé au Canada, qui provient du blé ou du maïs. Iogen prévoit que grâce à cette technologie, l'essence ayant une teneur en éthanol de 10 % deviendra le carburant le plus utilisé au Canada.

Turbogénérateurs

Orenda est la première société au monde à avoir démontré la faisabilité d'élaborer un turbogénérateur pour l'industrie, qui peut fonctionner au moyen de biocarburants liquides. Le projet permettra de perfectionner la technologie en élaborant et en mettant à l'essai des systèmes commercialisables dotés d'un moteur fonctionnant à l'aide de biocarburant; en refaisant la conception du système de combustion, en le perfectionnant et en établissant les caractéristiques d'un turbogénérateur entièrement commercialisable.

Diesel « vert » tiré de la biomasse

Ce projet vise à utiliser le procédé breveté d'Ensyn Technologies Inc. pour optimiser et lancer une technologie de microémulsion qui permet d'ajouter au diesel des biocarburants issus de la pyrolyse rapide de matières cellulosiques. Ces biocarburants serviront à produire de la chaleur et de l'énergie et pourront être ajoutés au diesel. Le diesel ayant une teneur de 10 % en biocarburant permettra de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Chaînes de fabrication de panneaux photovoltaïques destinés à l'exportation

Ce projet entrepris en collaboration avec la société ontarienne ATS Automation Tooling Systems Inc. vise à élaborer des chaînes de fabrication automatisées en vue de produire des panneaux photovoltaïques. ATS créera deux chaînes de fabrication dont le degré d'automatisation variera.

Transfert en Chine de composants de petites centrales hydroélectriques

La société Powerbase Automation Systems Inc. transférera à cinq petites centrales hydroélectriques de Chine son petit régulateur de turbine informatisé. En améliorant l'efficacité énergétique et en diminuant la quantité d'énergie produite à l'aide du charbon, les cinq centrales de démonstration réduiront les émissions de dioxyde de carbone d'environ 30 000 tonnes.

Énergie éolienne en Nouvelle-Écosse

Ce projet montrera aux jeunes néo-Écossais que l'énergie éolienne peut être un élément crucial des mesures prises par le Canada pour atténuer le changement climatique, ainsi qu'un facteur important du développement durable en Nouvelle-Écosse.